MEMORIE

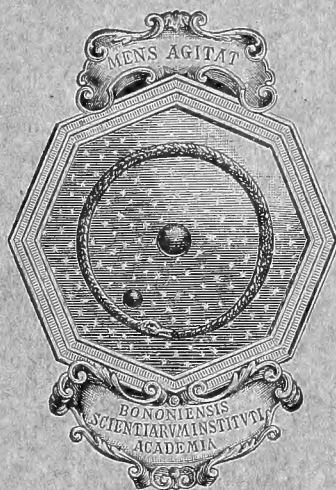
DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VI. — TOMO V.

Fascicoli Primo e Secondo.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1908

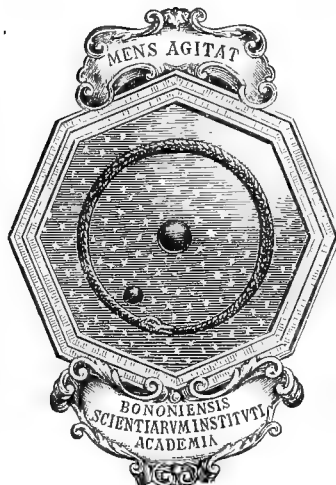
MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VI. – TOMO V.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1908

INTORNO ALLA EFFICACIA
DEL
VIRUS RABIDO SCOMPOSTO DAL RADIO
NELLA VACCINAZIONE CONTRO LA RABBIA

PRIME ESPERIENZE

DEI

Prof. GUIDO TIZZONI e Dott. ALESSANDRO BONGIOVANNI

lette nella Seduta del 10 Novembre 1907

Come fu accennato nelle varie nostre comunicazioni preventive, e come fu più largamente e sicuramente dimostrato nella Memoria successiva edita coi Tipi dello Zanichelli, il radio scompone in vitro il virus rabido ed esercita sulla rabbia una manifesta azione curativa, anche quando i sintomi della malattia sono già sviluppati; sembrerebbe, quindi, che l' argomento fosse oramai esaurito e che da parte nostra non rimanesse altro che attendere l' occasione favorevole per sperimentare l' azione del radio stesso sull' uomo appena si manifestano i primi sintomi della rabbia.

Dopo questo potrà meravigliare che noi ci occupiamo ancora del vaccino antirabbico; ma tale meraviglia non avrà più ragione di essere quando si consideri che, nell' attesa, non era affatto inutile ricercare se il virus rabido scomposto dal radio può essere utilizzato come vaccino, e se esso, per la rapidità e potenza della sua azione, debba esser preferito nel trattamento preventivo della rabbia a quello comunemente usato.

Invero, se tali fatti si fossero verificati, nessuno potrebbe disconoscerne i grandi vantaggi per le seguenti ragioni: 1° perchè il trattamento preventivo ha, in generale, un'applicazione più larga e sicura di quello curativo, specie poi in quelle malattie, come la rabbia, nelle quali è molto bassa la percentuale dei morti di fronte a quella dei morsicati da cani sospetti; 2° perchè un potente vaccino rendendo eventualmente meno tumultuoso il quadro della malattia, potrebbe validamente coadiuvare la cura successiva col radio, dando a questo il tempo ed il modo di esercitare la sua efficacia.

A tale riguardo noi abbiamo già veduto nelle precedenti nostre ricerche che i conigli trattati con piccolissime dosi di virus fisso scomposto dal radio (goccia o frazione di goccia) presentano una resistenza assai maggiore alla successiva infezione determinata con virus da strada: non rimaneva perciò che riprendere queste ricerche, per verificare se il vaccino

in tal modo ottenuto avesse effettivamente dei vantaggi da doversi preferire nella pratica a quello Pasteur.

Ed in ciò, anzichè offesa, noi crediamo stia la migliore e maggiore glorificazione alla memoria del Pasteur, perfezionando l'opera sua veramente grande e proseguendo su quella via nella quale egli per primo ci ha insegnato a camminare.

Che se il metodo di vaccinazione bruta, quale fu proposto ed applicato dalla mente geniale del Pasteur, poteva esser giustificato nell'epoca in cui fu ideato, oggi non si potrebbe sostenere lo stesso ed ammettere che tale metodo sia ancora consono ai tempi che corrono, senza disconoscere gli immensi progressi fatti in questi ultimi anni dalla scienza nelle questioni relative alla vaccinazione ed alla immunità.

I nostri esperimenti furono eseguiti tutti con virus fisso scomposto dal radio, seguendo esattamente per tale scomposizione le norme da noi indicate nella citata Memoria alla quale rimandiamo interamente. La diluizione del virus era fatta in brodo di carne di cavallo eguale a quello che serve per le ordinarie colture, al titolo del 20-30 % circa; in ogni caso tale diluizione era filtrata accuratamente attraverso carta da filtro a larghi pori.

Il filtrato, che appariva nel suo aspetto poco dissimile dal brodo col quale era stata fatta la diluizione, e se ne distingueva appena per una leggiera opalescenza, era esposto al radio nella quantità di cc. 0,3-0,4 per una durata varia, che oscillava da 6 a 14 ore.

I campioni di radio usati erano quelli indicati nella Memoria ricordata coi n.ri 4, 5 e 6, costituiti i primi due da 2 ctg. di bromuro di radio a 100.000 U.R. ed il terzo da 1 dgr. dello stesso sale di radio a 500.000 U.R., acquistati tutti dalla casa Armet de Lisle a Nogent sur Marne.

Finalmente l'efficacia del vaccino veniva sempre provata nel coniglio contro l'infezione subdurale fatta con 0,1-0,2 cc. di una diluizione di virus fisso al 10 % previamente filtrata attraverso carta a larghi pori; diluizione, che usata nei controlli alla stessa dose, dava costantemente la febbre verso la fine della 4ª giornata di esperimento, fenomeni paralitici nella 5ª e morte in 6-6 ½ giorni.

Le ragioni per le quali nelle prove da noi eseguite abbiamo preferito cimentare il nostro vaccino nel coniglio e contro infezione subdurale determinata con virus fisso è molto semplice e facile a comprendersi. Infatti, perchè un vaccino possa oggi avere pieno diritto di essere applicato sull'uomo, deve corrispondere al postulato di agire vittoriosamente nell'animale più recettivo e contro l'infezione più forte; e tali appunto sono per la rabbia il coniglio ed il virus fisso messo direttamente a contatto col sistema nervoso centrale. Di più, in caso di riuscita, si sarebbe avuta senz'altro la dimostrazione della superiorità del nostro vaccino su quello Pasteur, il quale, come è noto, non corrisponde affatto alle condizioni sopra accennate, a meno di non sforzare eccessivamente la vaccinazione, rendendola intensiva per la quantità o per la virulenza del materiale iniettato; ma in questo caso un simile trattamento preventivo diviene inapplicabile all'uomo ed anche pericoloso.

Ed ora, passando a riferire i risultati da noi conseguiti, dobbiamo dichiarare anzitutto, che nella presente comunicazione siamo costretti a riferire solo i primi esperimenti ese-

guiti felicemente col nostro vaccino, rimandando a più tardi di completarli in modo conveniente con successive ricerche. Ciò era opportuno fare per non differire troppo la pubblicazione degli importanti fatti da noi rilevati, dato il tempo occorrente per decidere in modo definitivo su ciascuna osservazione e la necessità di operare sopra uno o due animali per volta, in ragione della piccola quantità di vaccino del quale ci era concesso disporre.

Nelle nostre ricerche noi abbiamo voluto persuaderci ancora una volta con esperienze preliminari, che il radio, nelle condizizioni nelle quali era sperimentato, annulla effettivamente ed in modo completo ogni azione patogena del virus fisso. Di questo avevamo già avuto numerosissime prove nei nostri precedenti lavori; ma ci è sembrato conveniente ripetere l'esperimento sulla stessa massa di virus che doveva servire nelle prove di vaccinazione, per poter affermare con assoluta certezza che tale vaccino era privo di qualsiasi virulenza. Di più le nostre precedenti ricerche in vitro essendo state fatte esclusivamente coi campioni 4 e 5 e sempre con la stessa provetta di alluminio, era conveniente provare ancora l'efficacia del campione n.° 6, per quanto assai più potente degli altri due, e di sperimentare altre provette, pure di alluminio, solo che scorciate fino alla lunghezza di 4 centimetri, e delle quali occorreva necessariamente servirsi per utilizzare nel medesimo tempo tutti e tre i campioni ed aumentare così la massa di vaccino a nostra disposizione.

A tale fine abbiamo esposto al campione n.° 6 in provette di alluminio della lunghezza indicata, cc. 0,3-0,4 della solita emulsione di virus fisso, e dopo 8 ore di esposizione ne abbiamo saggiata la potenza, iniettando tale emulsione il 18 febbraio 1907 sotto la dura madre di un coniglio del peso di gr. 1170. Questo animale non presentò mai alcun fenomeno di malattia, nemmeno leggiero innalzamento della temperatura o transitoria diminuzione di peso al momento della morte del controllo o poco tempo dopo, e visse in ottime condizioni di salute fino al 9 agosto, giorno in cui fu sacrificato.

Lo stesso ottenemmo con la mescolanza di due masse di virus, esposte la prima 14 ore e la seconda 8 al campione n.° 4; virus che doveva servire per i seguenti esperimenti di vaccinazione preventiva.

Assicuratici così *che il nostro vaccino era avirulento nel senso più stretto della parola*, abbiamo con esso istituiti tre ordini di esperimenti e cioè; vaccinazione precedente alla infezione (metodo preventivo); vaccinazione contemporanea alla infezione (metodo contemporaneo); vaccinazione successiva alla infezione e a vario tempo da questa (metodo curativo).

***A* - Metodo di vaccinazione preventiva.** — In un primo lotto di esperimenti sono stati operati con la stessa massa di vaccino due animali, dai quali uno fu iniettato in circolo, nella vena marginale dell'orecchio, ed uno sotto la cute in corrispondenza del dorso.

L'emulsione del virus era stato esposta al radio per la durata di 6-8-14 ore, valendosi sempre in tali esperimenti dei due campioni più deboli, n.° 4 e 5.

Ecco i particolari di questi esperimenti:

18 - II - 07	1ª	iniezione	di	cc.	0,2	emulsione	esposta	8-14	ore
21 » »	2ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-14	»
23 » »	3ª	»	»	»	0,2	»	»	8-14	»
25 » »	4ª	»	»	»	0,2	»	»	8-14	»
27 » »	5ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-14	»
1 - III - »	6ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-14	»
10 » »	Iniezione subdurale			»	0,2	diluizione virus fisso.			

Riassumendo abbiamo: durata della vaccinazione giorni 20; quantità di vaccino iniettata cc. 1,5, divisa in 6 dosi; distanza della iniezione di prova con virus fisso dalla ultima iniezione vaccinante 9 giorni.

Di questi due animali, quello iniettato sotto la pelle morì di rabbia in 6 ½ giorni, cioè poco dopo il controllo del virus egualmente iniettato sotto la dura madre che morì in 6; invece quello iniettato in circolo non ebbe mai alcun disturbo, nemmeno diminuzione di peso o leggiero innalzamento della temperatura, e vive tuttora alla data della presente comunicazione in ottime condizioni di salute; il suo peso è salito da 1010 a 2600 grammi (1).

Dobbiamo aggiungere che la vaccinazione per se fu sopportata benissimo dai due animali, e che nessuna infiltrazione si potè mai osservare in loco in quello iniettato sotto la pelle.

In un secondo lotto di esperimenti si sono operati egualmente due conigli, dei quali uno ebbe l'iniezione del vaccino in circolo, nella vena marginale dell'orecchio, l'altro nel connettivo sottocutaneo del dorso.

L'emulsione di virus era esposta al radio 6-8-12 ore, valendosi pure dei due campioni più deboli, n.° 4 e n.° 5.

L'esperimento nei due animali fu condotto paralellamente e nel modo seguente:

11 - III - 07	1ª	iniezione	di	cc.	0,2	emulsione	esposta	6—12	ore
13 » »	2ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12	»
15 » »	3ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12	»
17 » »	4ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12	»
19 » »	5ª	»	»	»	0,2	»	»	6—12	»
21 » »	6ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12	»
30 » »	Iniezione subdurale			»	0,2	diluizione virus fisso.			

Quindi in totale: durata della intera vaccinazione giorni 19; quantità di emulsione iniettata cc. 1,6, divisa in 6 dosi; distanza delle iniezioni di prova dalla ultima iniezione vaccinante giorni 9.

Di questi due animali, quello iniettato sotto la pelle morì di rabbia in 7 giorni, cioè poche ore dopo il controllo del virus egualmente iniettato sotto la dura madre che morì

(1) Questo, come tutti gli altri animali lasciati in vita e di cui è parola in queste ricerche, si mantenevano in ottime condizioni di salute anche alla metà di dicembre, al momento della correzione delle bozze della presente Memoria.

in 6 ½ giorni, mentre quello vaccinato con iniezione endovenosa sopravvisse, e vive tuttora alla data della presente comunicazione in ottime condizioni di salute; il suo peso è salito di 1490 a 2150 grammi.

Anche qui non ebbe a notarsi alcun disturbo per effetto della vaccinazione, nemmeno leggiera e transitoria diminuzione di peso, sia che il vaccino fosse iniettato in circolo, sia che fosse introdotto nel connettivo sottocutaneo.

Da questa prima serie di esperienze si può quindi concludere:

1° *Che la vaccinazione fatta con virus fisso scomposto dal radio non dà luogo ad alcun inconveniente, nè determina nel coniglio qualsiasi disturbo, nemmeno transitorio, tanto se il vaccino è iniettato in circolo, quanto se viene introdotto nel connettivo sottocutaneo;*

2° *Che l'iniezione endovenosa del vaccino ha una efficacia molto maggiore della sottocutanea, per cui la stessa dose di emulsione scomposta, che nel primo caso rende il coniglio resistente alla successiva infezione subdurale, nel secondo non ha alcuna azione preservativa e l'animale muore nello stesso tempo del controllo;*

3° *Che cc. 1,5 di vaccino divisi in 6 dosi di cc. 0,2-0,3 ciascuna, introdotti in circolo, arrivano in 19-20 giorni a rendere il coniglio refrattario alla infezione subdurale di virus fisso praticata a 9 giorni di distanza dall' ultima iniezione vaccinante.*

Con questo non vogliamo dire, peraltro, che l'iniezione sottocutanea di vaccino sia sempre di nessun effetto; solo intendiamo affermare che, a parità di condizioni, quella endovenosa è molto più efficace della sottocutanea; e che la dose da noi usata, quando viene introdotta sotto la pelle, riesce del tutto insufficiente a determinare nel coniglio un grado bastantemente elevato d'immunità da salvarlo dalla morte o da ritardarne semplicemente l'esito letale. Per cui, data la forza della infezione di prova, fatta sotto la dura madre con virus fisso, l'immunità conseguita con la vaccinazione era nel nostro caso del tutto inapprezzabile.

Ciò, a nostro avviso, non può dipendere che da due ragioni; o da una maggiore lentezza nell'assorbimento del vaccino introdotto sotto la pelle; o, più verosimilmente, da che tale vaccino per buona parte è fissato, trasformato e distrutto in loco nel connettivo sottocutaneo prima che arrivi a penetrare nella circolazione.

Comunque sia nella vaccinazione antirabbica le iniezioni endovenose di vaccino avirulento hanno una efficacia maggiore delle sottocutanee; a tale riguardo, cioè, le iniezioni in parola si comportano allo stesso modo di quelle fatte con virus provvisto di tutta la sua potenza o convenientemente attenuato.

In questo senso parlano i risultati ottenuti sugli ovini da Galtier, da Roux e Nocard, rispettivamente colla iniezione endovenosa di saliva di animali rabbiosi e di virus di rabbia da strada; quelli avuti sul cane da Protopopoff con virus attenuato secondo il metodo Pasteur, e quelli verificati da Moncet nella vacca colla emulsione di virus preso dallo stesso animale morditore.

Ma anche più significanti sono a questo proposito le esperienze di Krasmitski, il quale riescì in 15 giorni a render refrattario il coniglio contro l'infezione subdurale di

virus fisso solo quando praticò le iniezioni vaccinanti nelle vene, introducendovi 1-1 $^{1}/_{2}$-3 cc. di una tenue emulsione del medesimo virus fisso provvisto di tutta la sua potenza, e ripetendo due volte la stessa iniezione alla distanza di 3-9 giorni.

Invece, per ottenere i medesimi effetti per la via sottocutanea, occorsero due iniezioni fatte con 8-20 cc. dello stesso virus, ed una emulsione di questo assai più densa, meno diluita della precedente.

A complemento dei risultati ottenuti in questa serie di ricerche colla vaccinazione preventiva, e a maggiore illustrazione di questa, noi abbiamo voluto vedere ancora se, dopo le iniezioni vaccinanti di cui si è tenuto parola, il siero di sangue degli animali vaccinati avesse effettivamente acquistato quelle proprietà specifiche che sono particolari degli animali immunizzati, se cioè fosse capace per contatto di annullare ogni azione patogena del virus rabido.

A tal fine abbiamo vaccinato un grosso coniglio del peso di gr. 1840 operando a un dipresso come nei precedenti e più precisamente nel modo seguente:

12 -	III -	07	1ª	iniezione	di	cc.	0,2	emulsione	esposta	6—12 ore
14	»	»	2ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12 »
16	»	»	3ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12 »
18	»	»	4ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12 »
20	»	»	5ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12 »
22	»	»	6ª	»	»	»	0,3	»	»	6-8-12 »

Quindi in tutto si sono iniettati in 10 giorni cc. 1,7 di emulsione esposta 6-8-12 ore ai campioni di radio più deboli, n.° 4 e n.° 5.

Il 4 aprile, ossia 13 giorni dalla ultima iniezione vaccinante e 23 dalla prima, si salassa l'animale, e col siero che se ne separa si fanno esperienze in vitro, usando emulsione di virus fisso al 10 % previamente filtrata. La mescolanza di siero e virus fatta a vario titolo, da 1:10 a 1:100, era mantenuta in contatto per due ore e iniettata successivamente sotto la dura madre di un coniglio nella quantità di 0,2 cc.

I risultati conseguiti con questi esperimenti furono i seguenti:

Data dell'esperimento	Peso dell'animale	Titolo della mescolanza	Risultato finale	Durata dell'osservazione	Controllo del virus
9 - IV - 07	1970	1 : 10	vive	4 mesi	† 9 giorni
» » »	1700	1 : 20	vive	3 mesi	» »
» » »	1470	1 : 40	vive	4 mesi	» »
13 - V »	940	1 : 70	muore	——	† 6 $^{1}/_{2}$ giorni
19 » »	1000	1 : 100	muore	——	» »

Dunque questo siero aveva un discreto potere antirabbico, aveva cioè la proprietà di annullare in vitro ogni azione del virus fisso, fino ad una proporzione della mescolanza di 1 di siero per 40 della emulsione di virus previamente filtrata.

Con ciò si poteva confermare che gli animali vaccinati a mezzo del virus scomposto dal radio acquistano effettivamente un grado abbastanza elevato d'immunità, possedendo il loro sangue un manifesto potere di distruggere in vitro il virus rabido.

***B* - Metodo di vaccinazione contemporanea.** — Le esperienze relative erano praticate in modo identico a quelle della serie precedente, solo che la prima iniezione vaccinante, fatta con 0,3 cc. della emulsione di virus fisso filtrata e scomposta dal radio, era praticata nella vena marginale dell' orecchio subito dopo l' infezione subdurale e ripetuta circa alla medesima ora nei giorni successivi. Così venivano ad essere iniettati complessivamente in 6 giorni cc. 1,8 di vaccino, ottenuti con emulsione di virus fisso esposto per 8 ore ai campioni di radio più deboli (n.° 4 e n.° 5).

I risultati di tali esperimenti furono molto brillanti; infatti, tutti e quattro gli animali così operati sopravissero e vivono ancora in eccellenti condizioni di salute, per quanto siano trascorsi oltre 6 mesi dalla procurata infezione con virus fisso.

Invece i quattro conigli di controllo inoculati sotto la dura madre con la stessa emulsione di virus fisso dei precedenti morirono tutti di rabbia in 6 ½.

Dai quattro conigli vaccinati, poi, solo uno infettato il 6 aprile di quest'anno, presentò qualche fenomeno di malattia dopo trascorsi 16 giorni dalla iniezione subdurale; ma tali fenomeni, che del resto si limitarono ad una leggiera retrazione dell'arto posteriore destro, e che non si accompagnarono mai nè a sensibile diminuzione del peso corporeo nè ad aumento della temperatura, furono molto transitorii ed in 3-4 giorni scomparvero in modo completo.

Ne viene da questo, *che col vaccino costituito da virus rabido scomposto dal radio, si può salvare l'animale dalla infezione subdurale praticata con virus fisso, anche quando le iniezioni vaccinanti sono cominciate contemporaneamente alla iniezione subdurale, e che bastano a questo effetto cc. 1,8 di vaccino divisi in 6 dosi, iniettate in circolo in altrettanti giorni consecutivi.*

Trovati questi fatti era doveroso per noi di esaminare se i medesimi risultati si ottenessero quando, invece di emulsione di virus fisso esposto per 8 ore al radio, s' inniettasse in circolo la stessa quantità di emulsione tenuta semplicemente per 8 ore all' ambiente, quindi provvista di tutta la sua virulenza; per il rimanente mantenendo ferme tutte le altre condizioni dello esperimento.

Ebbene, due conigli così operati morirono di rabbia in 6 ½-7, cioè nello stesso tempo a un dipresso dei controlli, che morirono in 7 e in 6 ½ giorni.

Nè modificazione alcuna potemmo osservare nel quadro morboso presentato dai due animali in parola, che in 4ª giornata od al principio della 5ª mostrarono febbre oltre 40°, forte diminuzione del peso corporeo e fenomeni paralitici; questi poi tennero lo stesso decorso di quelli riscontrati negli animali egualmente infettati sotto la dura madre e che non avevano avuto alcuna iniezione endovenosa di emulsione fatta con virus fisso.

Ciò significa:

Che gli effetti vaccinanti ottenuti con virus fisso scomposto dal radio, non sono dovuti al virus per se, il quale usato nelle medesime condizioni e nella stessa quantità non modifica per nulla l'andamento ed il quadro della rabbia procurata con l'iniezione subdurale del virus sopra ricordato.

Con questo noi non vogliamo, col Pasteur, negare alle iniezioni endovenose di virus fisso provvisto di tutta la sua potenza qualsiasi azione vaccinante e oppugnare quanto altri (Galtier, Roux e Nocard, Protopopoff, Moncet, Kresmitski) avrebbero più tardi ottenuto a questo riguardo: solo intendiamo affermare che nella vaccinazione contemporanea la dose di virus da noi usata riesce del tutto insufficiente a salvare l'animale ed a modificare il quadro morboso della rabbia; con ciò risultando nella vaccinazione in parola la immensa superiorità del virus scomposto dal radio su quello fornito dalle maggiore attività.

C - **Metodo di vaccinazione curativa.** — Fatto un altro passo verso una migliore soluzione del problema riguardante la vaccinazione antirabbica, era naturale che noi cercassimo di vedere se il vaccino da noi preparato esercitasse una benefica influenza sulla rabbia anche quando fosse usato in modo curativo, cioè qualche tempo dopo praticata l'infezione con virus fisso.

A questo fine abbiamo fatte alcune esperienze che furono esattamente condotte come quelle della serie precedente; solo disponendo che l'iniezione endovenosa del vaccino avvenisse dopo trascorse 24-48 ore dalla procurata infezione, e nella maggior parte dei casi aumentando corrispettivamente la quantità di emulsione iniettata.

Nelle prime due esperienze volemmo provare la stessa quantità di vaccino che aveva dato ottimi risultati nelle esperienze contemporanee; quindi iniettammo in 6 giorni nella vena marginale dell'orecchio, a partire da 24 ore dalla praticata infezione subdurale con virus fisso, una quantità complessiva di emulsione rabida di cc. 1,8 divisa in 6 dosi eguali, di cc. 0,3 ciascuna, esposte singolarmente al radio per la durata di 8 ore ed usate appena preparate.

In questi primi due esperimenti il risultato fu negativo, essendo morti gli animali in $7\frac{1}{2}$-$8\frac{1}{2}$ giorni, mentre i rispettivi controlli morirono in 6-$6\frac{1}{2}$ giorni.

Perciò si deve concludere:

Che la stessa quantità di vaccino di cc. 1,8, la quale è sufficiente a salvare l'animale quando la prima iniezione è praticata contemporaneamente alla infezione subdurale, non basta più quando sono trascorse 24 ore da questa.

In due esperimenti successivi raddoppiammo allora la dose, usando per ciascuna iniezione endovenosa cc. 0,6 di emulsione, esposta egualmente per 8 ore al radio, ossia usando complessivamente cc. 3,6 di vaccino anzichè cc. 1,8, come nei precedenti.

I risultati di questa prova furono, che uno dei due animali operati il 19 maggio 1907 sopravvisse e vive tuttura in ottime condizioni di salute senza mai aver presentato alcun fenomeno morboso, mentre l'altro morì in 7 giorni, e i due rispettivi controlli in 6.

Sembra quindi che una dose di vaccino doppia della contemporanea non sia sempre sufficiente a salvare l'animale, ma rappresenti quasi la dose limite per la quale, a seconda delle circostanze, alcuni animali sopravvivono, altri no.

Ma per il dubbio che l'effetto incompleto ottenuto, più che a difetto nella quantità di vaccino iniettato, dipendesse da qualche prodotto tossico che ne rendesse meno pronta

l'azione, volemmo vedere, prima di accrescere ancora la dose del vaccino, se l'aggiunta a questo di un poco di siero specifico, del valore in vitro di 1 : 40 (cc. 0,6. V. + cc. 0,09. S.), facesse conseguire migliori risultati, tanto da salvare l'animale quando la cura stessa fosse iniziata dopo trascorse 48 ore della praticata infezione subdurale con virus fisso. Di più in alcuni casi, per espletare intieramente la cura prima che sopravenissero fenomeni rabbiosi gravi, facemmo due inezioni al giorno anzichè una.

Dei tre animali trattati a questo modo, nel primo, con aggiunta a ciascuna dose di vaccino di cc. 0,09 di siero, non si riescì ad andare oltre la 3ª iniezione, perchè l'animale al 3° giorno di cura era già paralitico e morì in 7ª giornata di esperimento come il controllo; nel secondo, egualmente trattato, si arrivarono a fare tutte e 6 le iniezioni, perchè la 2ª e la 3ª, come la 4ª e la 5ª, furono praticate nello stesso giorno, ma l'animale morì in 7 giorni, essendo avvenuta la morte del controllo in 5 ½.

Finalmente nel terzo esperimento in cui la dose di vaccino di ciascuna iniezione fu portata a 0,9 cc. e quello del siero aggiunto a 0,18 cc., non si potè arrivare alla 4ª iniezione, perchè l'animale in 5ª giornata di esperimento era già paralitico e moriva come il controllo in 6 ½ giorni.

Quindi *il siero specifico aggiunto al vaccino, non gli conferisce una maggiore efficacia.* Ciò serve a confermare pienamente quanto altri avrebbero osservato a questo riguardo, fatta solo eccezione di Marie, il quale sarebbe invece riuscito a vaccinare la cavia ed il coniglio contro infezione intraoculare praticata con virus fisso o con virus da strada, valendosi appunto per tale vaccinazione di una emulsione di virus fisso con quantità esuberante di siero antirabbico, ed iniettando la mescolanza in parola sotto la pelle od in cavità peritoneale degli animali ricordati dopo 48 ore di contatto e dopo di aver separata la quantità eccedente di siero.

Perduta così ogni speranza di andare innanzi nello esperimento coll'aggiungere al nostro vaccino una determinata dose di siero, volemmo stabilire se gli insuccessi avuti a 48 ore dalla infezione fossero dovuti esclusivamente a difetto nella quantità del vaccino stesso.

Qui peraltro dobbiamo osservare, come facemmo in precedenti occasioni, che nell'azione curativa la misura della dose a un determinato periodo della malattia non è e non può essere assoluta, ma sta invece in stretto rapporto col decorso più o meno rapido del processo.

Così avviene che la quantità complessiva di cc. 1,8 di vaccino, divisa in 6 dosi eguali di cc. 0,3, è del tutto insufficiente a 24 ore di malattia, quando questa decorre in 6 giorni; invece basta a salvare l'animale 48 ore dopo la praticata infezione, quando questa impiega due giorni di più per uccidere, cioè quando il controllo muore in 8 giorni anzichè in 6. Infatti un coniglio così operato sopravvisse allo esperimento, e morì dopo 37 giorni, senza fenomeni di rabbia, in seguito ad una piccola raccolta di pus formatasi in corrispondenza della parte nella quale era stata praticata la trapanazione.

Invece, quando i controlli muoiono in 6 giorni, anche la quantità doppia di vaccino, eguale cioè a cc. 3,6, non è sufficiente a salvare costantemente l'animale e rappresenta quindi la dose limite.

Così di due animali trattati a 48 ore di malattia con singole dosi di vaccino di cc. 0,6, ripetute nei 6 giorni successivi, e i cui controlli morirono entro 6 giorni, uno morì nello stesso tempo del controllo, tanto che non si arrivò a poter fare le ultime iniezioni curative, ed uno invece sopravvisse senza mai presentare il più piccolo disturbo.

Dopo questi fatti ci sembrò opportuno esaminare se, elevando ancora la quantità di vaccino iniettata, si potesse salvare costantemente gli animali, quando la malattia ottenuta colla infezione subdurale di virus fisso uccide i controlli in 6 ½ - 7 giorni.

A tal fine abbiamo portato a 8 ½ - 9 ½ cc. la quantità complessiva di vaccino iniettata, e l'abbiamo divisa in 6 dosi, di 2 cc. la prima e di 1 ½ - 1 cc. le altre, introducendole nella circolazione in 5 - 6 giorni consecutivi, a cominciare dopo trascorse 48 ore precise della infezione; per il resto mantenendo ferme tutte le altre condizioni dei precedenti esperimenti.

I risultati a questo riguardo ottenuti sono stati veramente sorprendenti, essendo sopravissuti tutti e tre gli animali così operati.

Peraltro di questi animali, il primo iniettato con 8 ½ cc. di vaccino, mostrò in 7ª giornata di esperimento assoluta avversione al cibo e leggiera rigidità del treno posteriore; ma questi fenomeni dopo 36 - 48 ore sparirono completamente e mai più si ripeterono. Degli altri due conigli iniettati con cc. 9 ½ di vaccino, uno si mantenne sempre in perfetta salute, ma l'altro presentò a più riprese fenomeni così gravi ed interessanti che qui riteniamo opportuno tenerne parola.

Questo coniglio era stato infettato il 28 giugno decorso e trattato come sopra è stato detto; in 9ª giornata di esperimento, cioè dopo 2 giorni circa dalla morte del controllo, mostrò improvvisamente un rapido abbassamento del peso corporeo che scese oltre 100 gr. sotto quello primitivo, e contemporaneamente l'andatura dell'animale prese il carattere speciale che l'ha fatta paragonare all'andatura di lepre. Nel giorno successivo si ebbe forte retrazione dell'arto anteriore sinistro, alla quale tenne dietro rapidamente quella dell'arto posteriore dello stesso lato; retrazione che si provocava facilmente quando si faceva cadere a terra l'animale da una certa altezza e che lo faceva zoppicare, obbligandolo a camminare con tre zampe, poggiando appena sul suolo uno degli arti retratti, ora l'anteriore ora il posteriore, e ritirandolo spasmodicamente subito dopo avvenuto il contatto col terreno.

Il 12 luglio, vale a dire in 14ª giornata di esperimento, i fenomeni nervosi si fecero ancora più gravi; il treno posteriore era divenuto così debole, paretico, che l'animale era costretto a rimanere continuamente sdraiato; ma se veniva stimolato riesciva ancora ad alzarsi, per quanto l'andatura fosse un po' impacciata per manifesta debolezza e per una certa rigidità del treno posteriore.

Tali fenomeni durarono allo stesso grado per due giorni, dopo i quali rapidamente regredirono, tanto che il 16 luglio, cioè dopo trascorsi 18 giorni dalla infezione, erano del tutto scomparsi. È bene notare qui che, nonostante i gravi fenomeni in parola, l'animale non cessò mai di mangiare, nè mai si ebbe ulteriore diminuzione del peso o temperatura febbrile.

Tali attacchi nervosi in seguito si ripeterono più volte, e precisamente il 17 agosto,

il 21 settembre e il 18 ottobre, e sempre in forma più grave; infatti, invece dell' indebolimento o paresi, si ebbe paralisi completa del treno posteriore, per la quale l' animale giaceva a terra con gli arti posteriori completamente abbandonati, poggiando di solito sul lato sinistro; e quando veniva obbligato a muoversi li trascinava passivamente come avesse tagliato trasversalmente il midollo spinale nella sua porzione lombare. Ciò che formava la caratteristica di questi attacchi nervosi, era la rapidità con la quale la paralisi si produceva e quella ancora più sorprendente con la quale ritornava la funzionalità della parte paralizzata. Peraltro, a misura che si ripeterono tali crisi paralitiche, l' abolizione del movimento durava più a lungo, e la risoluzione si faceva sempre più lenta ed incompleta, tanto che in ultimo permase e permane ancora un certo stato di debolezza e d' incoordinazione degli arti posteriori, accoppiato a manifesta iperestesia ed atrofia della parte, che rendono poco sicuro il coniglio nell' andatura e che di tanto in tanto lo fanno barcollare e cadere col posteriore.

È anche opportuno notare qui che i disturbi di cui è parola mai si accoppiarono a paralisi della vescica e del retto, nè mai si ebbero a notare variazioni della temperatura oltre il limite fisiologico o sensibile diminuzione del peso corporeo. L' animale, all' infuori della paralisi che lo affliggeva, sembrava un coniglio del tutto sano; cioè durante l' attacco appariva come fosse diviso in due, una metà anteriore perfettamente normale ed una metà posteriore assolutamente impotente a qualsiasi movimento; ed anche come postumi della malattia, salvo i fatti di sopra ricordati, nulla altro ebbe a soffrire.

Questo il quadro presentato dall' animale in parola; ora sarebbe importante conoscere da quali cause tali manifestazioni morbose furono prodotte; cioè se debbono semplicemente riconnettersi alle alterazioni istologiche determinate dal virus nel momento in cui la vaccinazione fu intrapresa e prima che il vaccino arrivasse a dispiegare la sua azione, oppure rappresentino delle vere e proprie lesioni specifiche determinate dal virus rabido attenuato dalla stessa vaccinazione e localizzato a quelle parti solamente che meno hanno potuto risentire l' influenza del vaccino, e che rimarrebbero quasi come isole d' infezione in mezzo al tessuto immunizzato; ma noi a questo riguardo non abbiamo elementi sufficienti per giudicare. Certo un ulteriore esame di questo e di simili casi può offrire dei dati molto importanti alla soluzione del problema, sia con la dimostrazione dei corpi del Negri o di altre alterazioni anatomiche di qualche rilievo in alcuni punti circoscritti del sistema nervoso, sia, e più ancora, con la provata infettività, mediante inoculazioni subdurali in altri animali, di quelle parti che corrispondono ai centri motori degli arti posteriori.

Peraltro se si tien conto del modo subitaneo col quale la paralisi insorge, della sua pronta risoluzione, della sua facile ripetizione, e della mancanza assoluta di una diffusione del processo, si è più inclinati ad ammettere che tale paralisi dipenda piuttosto dalle gravi alterazioni determinate dal virus nel punto della sua prima azione, avanti di risentire l' influenza del vaccino: alterazioni che per la sopravvivenza dell' animale essendo arrivate fino ai gradi estremi ed interessando profondamente la parete dei vasi sanguigui, in proseguo di tempo darebbero luogo ad emorragie intercorrenti, da cui in ultimo ne conseguirebbero alterazioni permanenti del tessuto nervoso.

Riferiti i risultati da noi conseguiti in questa serie di esperimenti, per meglio comprenderne il valore, dobbiamo aggiungere quanto è stato da noi osservato nel trattamento curativo della rabbia, quando si usava la semplice emulsione di virus rabido mantenuto allo ambiente per il medesimo tempo di quello che serviva per gli esperimenti precedenti, ma senza esporla al radio, per escludere che gli effetti benefici da noi ottenuti fossero dovuti esclusivamente al virus attenuato dall' ambiente (ossigeno, temperatura) ed il radio nulla vi avesse a che fare.

A tal fine abbiamo trattato con la stessa emulsione virulenta che aveva servito per preparare il vaccino di uno degli esperimenti riportati, un coniglio di 1440 gr., facendo la prima iniezione endovenosa dopo 48 ore dalla procurata infezione subdurale, e seguendo, tanto per la dose, quanto per tutto il rimanente, lo stesso trattamento degli esperimenti paralleli che doveva controllare.

Ebbene, mentre come abbiamo veduto gli stessi animali curati col virus scomposto dal radio sopravvissero tutti, invece questo dopo tre iniezioni aveva già febbre a 40° ; ed al giorno successivo, vale a dire in 5ª giornata di esperimento, non si potè ripetere l'iniezione perchè l' animale era a terra paralitico, e moriva in 6 ½ giorni come il controllo che aveva avuta eguale iniezione subdurale di virus fisso ma senza alcuna cura successiva.

Con questa ultima serie di esperienze si venivano quindi a dimostrare dei fatti interessantissimi e cioè :

Che il vaccino avirulento da noi preparato per mezzo del radio vale a salvare l'animale dalla infezione subdurale con virus fisso, anche quando l'iniezione nelle vene di tale vaccino è incominciata dopo 48 ore dalla procurata infezione;

Che tale risultato si arriva ad ottenere con una quantità complessiva di vaccino di 9 ½ cc. divisa in 6 dosi, di 2 cc. la prima, di 1-1 ½ le altre cinque, iniettate in 5-6 giorni successivi.

Che usando lo stesso virus mantenuto per il medesimo tempo allo ambiente ma senza esporlo al radio, non si ottengono i benefici effetti di cui sopra e gli animali muoiono come i controlli.

Considerazioni. — A nessuno può sfuggire l' importanza dei risultati da noi conseguiti quando consideri che finora mai si è arrivati a vaccinare con vaccini assolutamente avirulenti; che mai si è riesciti con dosi così piccole di vaccino a salvare il coniglio contro l' infezione subdurale praticata con virus fisso; che a più forte ragione mai si è arrivati a veder sopravvivere questo animale quando la vaccinazione si usava a scopo curativo, cominciando il trattamento, come nel caso nostro, anche dopo 48 ore della infezione subdurale di virus fisso.

Per ben comprendere poi i vantaggi dei risultati da noi ottenuti, bastà appena ricordare quanto è stato addebitato alla vaccinazione Pasteur, cioè che essa è affatto impotente a salvare l'animale allorchè si pratica l' infezione sotto la dura madre, specie se trattasi di animali che sono, come il coniglio, molto sensibili alla rabbia.

E noto, infatti, che il Frisch col metodo Pasteur ottenne risultati costantemente

negativi in 28 conigli ed in 3 cani, Högyes in 16 conigli e 19 cani e che lo stesso ebbero più tardi Buywid, Bordoni-Uffreduzzi, Celli e De Blasi, Kraus, Keller e Clairmont, Fermi; quest'ultimo anche dopo aver prolungata la vaccinazione per 20-30 giorni.

Nè è fuor di luogo aggiungere che nelle esperienze praticate sul coniglio dai precedenti sperimentatori, si riescì a veder sopravvivere l'animale solo quando si determinarono infezioni molto miti, e quando più tardi si fece ricorso ad un metodo di vaccinazione intensiva; ed intensiva tanto per la quantità del vaccino iniettato quanto per la sua virulenza. Così Di Vestea e Zagari riuscirono a salvare un coniglio facendo l'infezione nel nervo sciatico; Buywid e Bordoni-Uffreduzzi ebbero risultati positivi nello stesso animale quando praticarono l'infezione sotto la pelle; ma per la incostanza negli effetti allorchè il virus è introdotto per questa via non devesi attribuire ad essi alcun valore.

Egualmente uno di noi (Tizzoni) arrivò insieme a Schwarz ad immunizzare il coniglio contro l'infezione subdurale di virus da strada, iniettando sotto la pelle per 13 giorni forti dosi di vaccino Pasteur, e lasciando trascorrere 16 giorni fra la vaccinazione e l'iniezione di prova; ma più ancora in questo stesso Laboratorio il Centanni riuscì a rendere resistente il coniglio alla infezione subdurale di virus fisso, riducendo la cifra degli insuccessi ad una proporzione trascurabile, coll'iniettare sotto la pelle due grammi di sistema nervoso rabido digerito da succo gastrico (metodo italiano di vaccinazione antirabbica), arrivando fino a midolli digeriti per 1-2 ore, ed allungando il tempo della vaccinazione fino a 5-6 settimane.

Ma il maggiore sforzo della vaccinazione antirabbica si è ottenuto indubbiamente con le iniezioni endovenose, come nelle esperienze di Roux e Nocard, ed in quelle di Krasmitski. A questo riguardo, peraltro, si deve osservare che il Roux e Nocard ottennero risultati positivi quando per la vaccinazione si valsero di animali relativamente poco sensibili alla rabbia, come le pecore e i montoni, e usarono per ogni iniezione grande quantità di materiale virulento (12 cc. di emulsione); e quando la prima delle due iniezioni vaccinanti fu fatta non più tardi di 24 ore dalla procurata infezione, e questa fu determinata con virus da strada iniettato nella camera anteriore dell'occhio. Il Krasmitski poi riuscì a veder sopravvivere qualche coniglio (4 su 20) in cui la cura era cominciata egualmente dopo 24 ore dalla infezione, ma sempre alla condizione di iniettare una forte quantità di materiale (37 cc. di emulsione diluita di virus fisso divisi in 3 dosi, iniettate a 3 giorni di distanza l'una dall'altra) e di usare per l'infezione il virus da strada anzichè quello fisso.

Quale enorme differenza passa fra questi risultati ed i nostri, si rileva facilmente allorchè si ricorda che noi siamo riesciti nella cura della rabbia ad ottenere effetti positivi nel coniglio contro il virus fisso anzichè contro quello da strada, ed a distanza di 48 ore anzichè di 24; e quando si tenga presente che nei nostri esperimenti si sono ottenute guarigioni con quantità minima di vaccino (in media 9 cc. di emulsione al 20-30 % filtrata), infinitamente più piccola di quella degli sperimentatori ricordati.

Ma oltre a questo abbiamo l'altro vantaggio da doversi tenere in considerazione, cioè

che i risultati avuti nelle nostre ricerche furono ottenuti sempre con vaccino assolutamente avirulento; ciò che mai si riuscì ad avere prima d'ora e che formò appunto uno dei più gravi addebiti alla vaccinazione Pasteur. Infatti, a cominciare dallo stesso Pasteur arrivando fino agli ultimi esperimenti, nessuno è riuscito a vaccinare contro la rabbia con virus privato completamente della sua virulenza. Così il Centanni non riuscì più a salvare gli animali quando spingeva la digestione gastrica del virus fino a togliere a questo ogni virulenza; egualmente il Krasmitski usando iniezioni endovenose vide morire tutti gli animali allorchè, invece d'emulsione di virus provvisto di tutta la sua azione patogena, fece uso di midollo fisso nel quale la virulenza era stata distrutta, sia per disseccamento, sia per riscaldamento a bagnomaria, sia per contatto con siero specifico.

Ma per meglio far comprendere l'importanza dei risultati da noi ottenuti con materiale reso assolutamente avirulento, ci piace riportare il giudizio che a questo riguardo ne dette lo stesso Pasteur; il quale, dopo aver tentato inutilmente di togliere al suo metodo la grave menda di operare con midolle virulente, e quasi divinando i futuri progressi della scienza, scriveva al Ducleaux: « L'intérêt qui offrirait la vaccination par « des moelles non virulentes n'a pas besoin d'être signelé. Ce serait à la fois un fait « scientifique de premier ordre et un progrès inappréciable de la mèthode de prophylaxie « de la rage ».

Dopo ciò, data la tendenza moderna di cercare nell'indagine scientifica l'utile diretto, molti ci domanderanno se i risultati delle nostre osservazioni potranno avere in tempo non lontano applicazione nella pratica della vaccinazione antirabbica. E sarebbe somma ventura che questo potesse avvenire, per la grande superiorità del nostro vaccino su quello Pasteur; sia per la maggiore sua potenza, sia per essere assolutamente avirulento, sia finalmente per contenere quantità molto minori di materiali ingombranti che devono renderlo assai più facilmente assorbibile.

Veramente, dobbiamo subito dichiararlo, noi coi nostri studi finora ci siamo proposti esclusivamente di risolvere un principio scientifico ; ma posta la questione in questi termini vogliamo esprimere in proposito il nostro pensiero, indicando sommariamente quali sono le ragioni che stanno pro e contro la diretta applicabilità all'uomo delle nostre ricerche; implicitamente facendo conoscere le speranze che al riguardo abbiamo per un avvenire non lontano.

Certo se si tien calcolo solamente della piccola quantità di virus rabido (0,3-0,4 cc. di emulsione al 20-30 % filtrata) che si riesce a scomporre in 6 o più ore con un campione di radio, si rimane subito scossi nell'idea di poter applicare alla pratica un tale metodo di vaccinazione.

Ma se dall'altro lato si tien conto della piccola quantità di U.R. che sono necessarie per ottenere quegli effetti, si comprenderà di leggieri come si possa facilmente aumentare il numero dei campioni di radio fino ad ottenere la quantità voluta di virus scomposto.

Così essendo sufficienti 200.000 U.R. per scomporre in vitro la quantità indicata di emulsione rabida filtrata dopo una esposizione di 6 ore, è naturale che un campione di 5.000.000 U.R., come quello nostro segnato col n.° 6, rimanga male utilizzato nelle accen-

nate ricerche, ma si possa benissimo dividere in 25 campioni a 200.000 U.R. ciascuno dai quali ottenere complessivamente nella unità di tempo cc. 7,5-10 di vaccino avirulento invece di cc. 0,3-0,4.

Di più conviene aggiungere, che oramai conosciuti quali sono i varii coefficienti del radio (emanazioni + radiazioni) che prendono parte alla scomposizione del virus, non sarà impossibile, valendosi di qualche compenso tecnico, di provvedere nell' avvenire alla scomposizione di una massa maggiore di emulsione rabida ed alla preparazione della quantità di vaccino che può esser necessaria per corrispondere alle esigenze della pratica.

È certo, peraltro, che tale fine sarà più facilmente raggiunto quando si arrivi a dimostrare la possibilità di una concentrazione e di una conservazione del virus scomposto, che permettano di utilizzare continuamente quei campioni di radio che possono essere a nostra disposizione, dando modo così di raccogliere la quantità voluta di vaccino da usare nei momenti del bisogno.

Ma sulle questioni relative alla possibilità di una concentrazione e di una conservazione del nostro vaccino per un tempo più o meno lungo, alla determinazione della minima dose curativa nei casi di vaccinazione contemporanea, come intorno agli effetti di tale vaccino nella cura della rabbia da strada di cui appunto stiamo adesso occupandoci, ritorneremo presto con altra nostra pubblicazione.

Bologna, 10 Novembre 1907.

QUADRI RIASSUNTIVI DELLE ESPERIENZE DI VACCINAZIONE

VACCINAZIONE PREVENTIVA

Numero d'ordine	Data dell' esperimento	Sede della vaccinazione	Numero delle iniezioni	Durata della vaccinazione	Quantità totale di vaccino usata	Distanza fra vaccinazione e infezione	Esito	Durata della osservazione	Causa della morte	Controllo del virus
1	18 - II - 07	Sottocutanea	6	12 giorni	cc. 1 $\frac{1}{2}$	9 giorni	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni	—	Rabbia	† 6 giorni
2	11 - III - 07	Sottocutanea	»	»	» 1 $\frac{6}{10}$	»	† 7 giorni	—	Rabbia	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni
3	18 - II - 07	Endovenosa	»	»	» 1 $\frac{1}{2}$	»	vive	8 mesi	—	† 6 giorni
4	11 - III - 07	Endovenosa	»	»	» 1 $\frac{6}{10}$	»	vive	7 mesi	—	† 6 giorni

VACCINAZIONE CONTEMPORANEA

Numero d'ordine	Data dell'esperimento	Qualità del vaccino	Sede della iniezione	Numero delle iniezioni	Durata della vaccinazione	Quantità totale di vaccino usata	Distanza fra vaccinazione e iniezione	Esito	Durata della osservazione	Causa della morte	Controllo del virus
1	6 - IV - 07	Avirulento	Endovenosa	6	6 giorni	cc. 1 $\frac{8}{10}$	contemporanea	vive	7 mesi	—	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni
2	6 - V - 07	»	»	»	»	»	»	vive	6 mesi	—	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni
3	16 - VI - 07	»	»	»	»	»	»	vive	5 mesi	—	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni
4	16 - VI - 07	»	»	»	»	»	»	vive	5 mesi	—	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni
5	6 - IV - 07	Virulento	»	»	»	»	»	† 7 giorni	—	Rabbia	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni
6	13 - VII - 07	»	»	»	»	»	»	† 6 $\frac{1}{2}$ giorni	—	Rabbia	† 7 giorni

VACCINAZIONE CURATIVA

Numero d'ordine	Data dell'esperimento	Qualità del vaccino	Sede delle iniezioni	Numero delle iniezioni	Durata della vaccinazione	Quantità totale di vaccino usata	Siero specifico aggiunto al vaccino p. cc.	Distanza della vaccinazione dalla infezione	Esito	Durata della osservazione	Causa della morte	Controllo del virus
1	18 - IV - 07	Avirulento	Endovenosa	6	6 giorni	cc. 1 8/10	— —	24 ore	† 7 1/2 giorni	— —	Rabbia	† 6 1/2 giorni
2	6 - V - 07	»	»	»	»	» »	— —	»	† 8 1/2 giorni	— —	»	† 6 1/2 giorni
3	19 - V - 07	»	»	»	»	» 3 6/10	— —	»	vive	6 mesi	— —	† 6 giorni
4	26 - V - 07	»	»	»	»	» »	— —	»	† 7 giorni	— —	Rabbia	† 6 giorni
5	9 - VI - 07	»	»	3	3 giorni	» 1 8/10	cc. 0,15	48 ore	† 6 1/2 giorni	— —	»	† 6 1/2 giorni
6	1 - IV - 07	»	»	6	4 »	» 3 6/10	» »	»	† 6 1/2 giorni	— —	»	† 5 1/2 giorni
7	9 - VI - 07	»	»	3	3 »	» 2 7/10	» 0,2	»	† 7 giorni	— —	»	† 6 1/2 giorni
8	18 - IV - 07	»	»	6	6 »	» 1 8/10	— —	»	† 37 giorni	— —	Matt. intercorr.	† 8 giorni
9	26 - V - 07	»	»	5	5 »	» 3	— —	»	† 6 giorni	— —	Rabbia	† 6 giorni
10	26 - V - 07	»	»	6	6 giorni	» 3 6/10	— —	»	vive	6 mesi	— —	† 6 giorni
11	23 - VI - 07	»	»	»	6 »	» 9 1/2	— —	»	vive	5 mesi	— —	† 6 1/2 giorni
12	5 - VII - 07	»	»	»	5 »	» 9 4/10	— —	»	vive	5 mesi	— —	† 7 giorni
13	20 - VII - 07	»	»	»	6 »	» 8 1/2	— —	»	vive	3 1/2 mesi	— —	† 6 1/2 giorni
14	20 - VII - 07	Virulento	»	3	3 »	» 5	— —	»	† 6 1/2 giorni	— —	Rabbia	† 6 1/2 giorni

BIBLIOGRAFIA

Tizzoni e Bongiovanni — Il radio e la rabbia; con tre tavole - Bologna, Nicola Zanichelli, 1908.

Pasteur — Nouveaux faits pour servir à la connaissance de la rage. Comptes rendus, 1882, t. XCV.

Galtier — Les injections de virus rabique dans le torrent circulatoire. Comptes rendus, 1881, t. XCIII.

Galtier — Nouvelles expériences sur l'inoculation antirabique en vue de préserver les animaux herbivores. Comptes rendus, 1888, t. CVI.

Roux e Nocard — Expériences sur la vaccination des ruminants contre la rage, par injections intraveneuses de virus rabique Annales de l'Institut Pasteur, n.° 7, 1888.

Protopopoff — Les injections préventives antirabiques (in lingua russa). 1888, Charkow.

Pasteur — Annales de l'Istitut Pasteur, 1887, n.° 1.

Moncet — Revue vetérinaire, 1898. n.° 5.

Krasmitski — Immunisation antirabique au moyen des injections intravasculaires du virus rabique. Annales de l'Institut Pasteur, 1902, n.° 6.

Marie — C. r. de la Soc. de biol. 1902, p. 1364.

Frisch — Die Behandlung der Wuthkrankheit. Wien, 1887.

Högyes — Die Lyssa - Monografia, 1890.

Buywid — Statistique du traitement antirabique a Varsavie. Annales de l'Institut Pasteur, 1887, n.° 5.

Bordoni-Uffreduzzi — La rabbia canina e la cura Pasteur - Torino, 1889.

Celli e De Blasi — Relazione della stazione antirabbica di Palermo, 1888.

Kraus R., Keller e Clairmont — Ueber das Verhalten des Lyssavirus im Centralnervensystem empfänglicher, natürlich immuner und immuniserter Thiere. Zeitschr f. Hyg., Bd. 41, H. 3.

Fermi — Normale Hirnsubstanz und antirabischer Impfstoff gegen Lyssa. Centralb. f. Bakteriologie, Bd. 44, H. 5. Originale.

Di Vestea e Zagari — Sulla trasmissione della rabbia per la via dei nervi. Giornale internazionale per le scienze mediche. Vol. IX.

Tizzoni e Schwarz — Il siero di sangue di animali vaccinati contro la rabbia nella immunità e nella cura di quella malattia. *Riforma Medica,* 1891, n.° 188.

Tizzoni e Schwarz — La profilassi e la cura della rabbia col sangue degli animali vaccinati contro questa malattia. *Riforma Medica,* 1892, nn. 18, 19.

Centanni — Il metodo italiano di vaccinazione antirabbica. *Riforma Medica,* 1892, nn. 102, 103 e 104.

CONSIDERAZIONI

SULLA

TEORIA DELLA SPINTA DELLE TERRE

MEMORIA

DEL

PROF. SILVIO CANEVAZZI

(letta nella Sessione ordinaria del 10 Novembre 1907)

(CON TAVOLA)

In una nota presentata a questa R. Accademia nell' anno accademico ultimo scorso ho esposto alcune considerazioni intorno ai risultati, che si ottengono applicando le varie teorie comunemente svolte nei trattati di meccanica applicata alle costruzioni, pel calcolo della spinta, che un terrapieno esercita contro una parete resistente di sostegno, aggiungendo anche un confronto numerico fra i resultati forniti dalle varie teorie in casi determinati. Ritornando sull'argomento mi è sembrato che un' unica costruzione geometrica possa mettere in evidenza le relazioni esistenti fra i varî procedimenti in uso pel calcolo della spinta delle terre, e più precisamente fra quelli considerati nella nota sovraccennata, e che sono più comunemente impiegati dagli ingegneri. Ciò mi ha fatto ritenere che possa non essere intempestivo fare oggetto di breve comunicazione tale studio, svolgendolo come appendice alle considerazioni fatte precedentemente sullo stesso argomento.

1. - Immaginiamo (Fig. 1ª Tav. I) un terrapieno limitato superiormente da una superficie piana (normale al piano della figura) br, inclinata di un angolo ε all'orrizzonte, essendo ε minore dell'angolo φ d'attrito fra terra e terra. Supponiamo questo terrapieno bruscamente tagliato in b e sostenuto da un muro $abcd$, ritenendo per ora che la superficie o parete resistente ab sia verticale. Se pel calcolo della spinta S, che il terrapieno esercita contro la parete ab, si vuole applicare la teoria matematica basta costruire il circolo molecolare limite inferiore: l' angolo v che la spinta S fa colla normale alla superficie piana resistente ab è dato dal circolo molecolare, ed in questo caso, in cui ab è supposto verticale, è $v = \varepsilon$. Scelto un punto B qualsiasi sul profilo superiore br si conduca per esso By normale a br, BA verticale ed uguale in lunghezza a ba e finalmente si tirino Bz e Bz' simmetricamente inclinate rispetto a By

di un angolo uguale all'angolo φ d'attrito fra terra e terra. Se si tracciano i due circoli determinati dalle condizioni di avere il centro O sulla By, di passare per A e di essere tangenti alla retta Bz' (oppure Bz) questi definiscono lo stato d'equilibrio del punto A e prendono il nome di circoli molecolari limiti. Quello dei due circoli che ha il raggio minore corrisponde allo stato di equilibrio limite inferiore, ed è il solo che interessi nella determinazione della spinta attiva del terrapieno; esso ne da la direzione e l'intensità, per cui è stato solo tracciato nella figura, trascurando completamente il circolo limite superiore. I due punti E ed E' di tangenza del circolo colle rette Bz e Bz' congiunti con A danno le due direzioni di scorrimento AEX ed $AE'D$, l'azione molecolare p_a in corrispondenza al punto a agisce parallelamente a br secondo la retta aAL ed è proporzionale in intensità a $Bn \cos \varepsilon$ (Vedi memoria citata). L'azione molecolare p contro la parete resistente ab cresce proporzionalmente alla profondità del punto considerato rispetto a br, perchè le figure, che la determinano, sono tutte simili fra loro e simili alla figura tracciata per la profondità AB. Se si indica con h l'altezza $ab = AB$ della parete resistente, con π il peso dell' unità di volume del terreno, la spinta S è data da

$$S = \frac{1}{2} \pi \, h \, Bn \cos \varepsilon = \frac{\pi}{2} \overline{BE}^2 \cos \varepsilon = \frac{\pi}{2} y \, \eta$$

nella quale $\eta = BE$, $y = BE \cos \varepsilon$: Il punto d' applicazione della spinta trovasi alla profondità $u = \frac{2}{3} h$ e la sua direzione fa colla normale alla parete resistente ab un angolo $v = \varepsilon$.

Siano X ed D i punti nei quali le rette AE ed AE' prolungate intersecano il profilo superiore br, si tracci la retta EE', polare del punto B rispetto al circolo molecolare e necessariamente parallela a br, prolungandola fino ad incontrare in K la retta XK, condotta dal punto X parallelamente a BEz, la retta AK, determinata dai punti A e K, prolungata fino ad incontrare in M il profilo superiore br, rappresenta la scarpa naturale del terreno passante per A, cioè la retta AM fa colla orizzontale AN un angolo uguale a φ, ed il punto K è determinabile sulla AM da AK, media proporzionale fra tutta la AM e la sua porzione AC, compresa fra A ed il punto C d' incontro colla retta BEz. La retta BC si indica col nome di *retta di direzione* e nel caso che si considera fa colla parete resistente ab, e quindi anche con AB, un angolo uguale a $\varphi + v = \varphi + \varepsilon$. Nelle teorie di Coulomb e di Rebhann, nelle quali si considerano anche pareti resistenti inclinate comunque, la retta di direzione BC fa colla parete stessa un angolo $\varphi + v$, ma v non è più uguale ad ε, ed è determinato da speciali considerazioni.

Per costruzione $EE'K$ è parallela a BX ed XK è parallela a BE, quindi il triangolo $E'DB$ è simile al triangolo EXK perchè

$$D\hat{E'}B = \frac{\text{arc } E'A}{2} = X\hat{E}K$$

$$DBE' = 90 - \varphi = XBE = XKE$$

e per conseguenza

$$B\hat{D}A = A\hat{X}K$$

Inoltre

$$\frac{DA}{XA} = \frac{DE'}{XE} = \frac{DB}{XK}$$

quindi anche i due triangoli BDA e KXA sono simili, e così pure sono simili, i triangoli $AE'B$, AEK perchè hanno i lati omologhi proporzionali

$$\frac{AE'}{AE} = \frac{AD}{AX} = \frac{DB}{XK} = \frac{BE'}{KE} = \frac{AB}{AK}$$

e l'angolo

$$A\hat{E'}B = \frac{180 - \text{arc } AE'}{2} = A\hat{E}K$$

quindi

$$ABE' = \varphi - \varepsilon = E'KA$$

La retta $E'K$, parallela a br, è inclinata all'orizzontale di un angolo ε, quindi la retta AM fa coll'orizzontale un angolo

$$KAN = \varphi - \varepsilon + \varepsilon = \varphi$$

e rappresenta sulla figura la scarpa naturale del terreno.

Se si prolunga BE (retta di direzione) ad incontrare in C la AM, osservando che EK è parallela a BM e BC è parallela ad XK risulta

$$\frac{AC}{AK} = \frac{AE}{AX} = \frac{AK}{AM}$$

da cui

$$AK = \sqrt{AC . AM}$$

ed il punto K rimane determinato dalla condizione che sia AK media proporzionale fra tutta la AM e la sua porzione AC. Una qualunque delle costruzioni geometriche usuali per la ricerca di una media proporzionale fra due rette date potrà servire a stabilire la posizione del punto K, e quindi anche del punto X, conducendo KX parallela alla retta di direzione, e conseguentemente anche della retta di scorrimento AX.

I punti A, C, K, M determinano una serie in involuzione, nella quale A è il punto centrale, K il punto doppio e C ed M due punti corrispondenti. Se questa serie si projetta :

a) parallelamente a BM sulla retta di direzione BC in L, C, E, B si attiene

$$LE = \sqrt{LC \times LB}$$

b) parallelamente a BE sulla DM in T, B, X, M

$$TX = \sqrt{TB \times TM}$$

c) parallelamente a BE sulla DM in T, B, X, M e quindi parallelamente ad AM sulla AT, parallela alla retta di direzione BC, in T, B_1, X_1, A

$$TX_1 = \sqrt{TB_1 \times TA}$$

d) parallelamente a BE sulla DM in T, B, X, M e quindi centralmente da A sopra una retta parallela a TM in T_2, B_2, X_2, M_2 sarà

$$T_2 X_2 = \sqrt{T_2 B_2 \times T_2 M_2}$$

Tutte queste relazioni forniscono procedimenti analoghi, ma diversi, per la determinazione del punto X e del piano di scorrimento AEX. A seconda della disposizione della figura rispetto al foglio di disegno potrà essere più opportuno ricorrere all' una piuttosto che all'altra di queste soluzioni. L' ingegnere attribuisce grande importanza al fatto che le ricerche geometriche ed i calcoli in genere abbiano, per quanto è possibile, forma semplice, quindi preferirà ordinariamente per la determinazione del piano di scorrimento e della retta XK, uguale e parallela a BE, una qualunque di queste costruzioni, basate sulla ricerca di una media proporzionale fra due rette date, alla costruzione fondamentale del circolo molecolare.

2. - La figura $BEKX$ per costruzione è un parallelogramma, quindi $BE = KX$ ed

$$S = \frac{\pi}{2} \overline{BE}^2 \cos \varepsilon = \frac{\pi}{2} \overline{KX}^2 \cos \varepsilon .$$

Se, fatto centro in K, si ribalta KX in KZ e dal punto X si cala XV perpendicolare sulla AM, $K\hat{X}V = \varepsilon$, $XV = KX \cos \varepsilon$ quindi, posto $BE = XK = \eta$, $XV = KX \cos \varepsilon = \eta \cos \varepsilon = y$, l'area ω del triangolo KXZ è data da

$$\omega = \frac{XV.KZ}{2} = \frac{XK.XK \cos \varepsilon}{2} = \frac{BE.BE \cos \varepsilon}{2} = \frac{y\eta}{2}$$

la spinta S da

$$S = \frac{\pi}{2} \overline{XK}^2 \cos \varepsilon = \pi\, \omega$$

ed il triangolo KXZ viene detto *triangolo di spinta*.

La figura $BEKX$ è un parallelogramma quindi

$$\text{triang } BEX = \text{triang } KEX$$

e poichè i due triangoli hanno la stessa base avranno altezze uguali, cioè sarà

$$Kw = Bt$$

e per conseguenza i due triangoli ABX ed AXK, che hanno base comune e per altezze rispettivamente Bt e Kw, saranno necessariamente equivalenti.

Questa proprietà della retta AEX, dedotta dalla figura come conseguenza degli

elementi che la compongono, è il teorema ben noto che Rebhann ha posto a base della sua teoria sulla spinta delle terre per la determinazione del piano di più facile scorrimento.

3. Il cuneo ABX limitato dalla parete resistente, dal profilo superiore e dal piano di scorrimento AEX, determinato con una qualsiasi delle costruzioni sopra indicate, soddisfa anche alla condizione posta da Coulomb e Poncelet a base della teoria della spinta delle terre, cioè di essere quello fra i cunei similari che produce contro la parete resistente una spinta massima. Supponiamo infatti con un piano qualsiasi AX' staccato un cuneo ABX' e si conduca $X'K'$ parallela alla retta di direzione BE ad incontrare in K' la retta AM, inclinata all'orizzontale dell'angolo φ, e per conseguenza rappresentante la scarpa naturale del terreno.

Il prisma ABX' sarà in equilibrio sotto l'azione del proprio peso P, della spinta S e della reazione R del terreno lungo il piano di distacco supposto AX'. Poniamo $X'AN = \alpha'$, $XAN = \alpha$, $X'AB = \beta'$, $XAB = \beta$.

Per l'equilibrio del cuneo ABX' dovrà essere

$$S : P = \operatorname{sen}(\alpha' - \varphi) : \operatorname{sen}(\beta' + \varphi + \varepsilon)$$

ossia

$$S = P \frac{\operatorname{sen}(\alpha' - \varphi)}{\operatorname{sen}(\beta' + \varphi + \varepsilon)} = \frac{\pi \cos \varepsilon}{2} AB.BX' \frac{X'K'}{AK'}$$

dalla figura si ricava

$$BX' = \frac{BM}{MC} CK' \qquad X'K' = \frac{BC}{MC} MK'$$

$$CK' = AK' - AC \qquad MK' = AM - AK'$$

e quindi sostituendo questi valori nella formola precedente

$$S = \frac{\pi \cos \varepsilon}{2} AB.\, BX' \frac{X'K'}{AK'} = \frac{\pi \cos \varepsilon}{2} AB \frac{BM}{MC} \frac{BC}{MC'} \frac{CK'.\, MK'}{AK'} =$$

$$= \frac{\pi \cos \varepsilon}{2} AB \frac{BM}{MC} \frac{BC}{MC} \frac{(AK' - AC)(AM - AK')}{AK'} =$$

$$= \frac{\pi \cos \varepsilon}{2} AB \frac{BM}{MC} \frac{BC}{MC} \left\{ AC + AM - AK' - \frac{AC.AM}{AK'} \right\}$$

La sola variabile contenuta nell'equazione è AK' dipendente dalla posizione del punto K', tutte le altre lunghezze sono quantità note e determinate dagli elementi della questione, l'angolo $\varphi + \varepsilon$ e l'angolo φ. La spinta S sarà quindi massima quando sia minima la parte variabile $AK' + \frac{AC.AM}{AK'}$, ossia quando si determini il punto K' in modo tale che sia

$$AK' = \sqrt{AC.\, AM}$$

cioè quando K' coincide con K ed il cuneo spingente ABX è il cuneo di massima spinta, e può essere determinato con una qualsiasi delle costruzioni indicate.

Dall'espressione della spinta

$$S = P \frac{\text{sen}\,(\alpha - \varphi)}{\text{sen}\,(\beta + \varphi + \varepsilon)} = \frac{\pi \cos \varepsilon}{2} \frac{AB.BX}{AK} KX$$

ricavata dal criterio del cuneo di massima spinta si ottiene facilmente la formula trovata superiormente. Infatti si è dimostrato che i due triangoli ABX ed AXK sono equivalenti, quindi $AB.BX \cos \varepsilon = AK.\, KX$ sen $(\alpha + \beta + \varepsilon)$ poichè nel caso che si sidera $v = \varepsilon$ e per conseguenza

$$\frac{AB.\,BX}{AK} = KX \,\text{sen}\,(\alpha + \beta + \varepsilon) = KX \cos \varepsilon$$

$$S = \frac{\pi \cos \varepsilon}{2} \frac{AB.\,BX}{AK} KX = \frac{\pi}{2} \overline{KX}^2 \cos \varepsilon = \frac{\pi}{2} XV.\,XK = \frac{\pi}{2} y\eta$$

che è la formula trovata colle ricerche precedenti.

4. - Se si suppone che la parete resistente *ab* invece di essere verticale sia inclinata all'orizzontale di un'angolo δ, allora i risultati forniti dalle tre teorie, matematica, intermedia ed usuale non coincidono più come avveniva nel caso studiato precedentemente ($\delta = \alpha' + \beta' = 90$) ritenendo $v = \varepsilon$. Il confronto fra i valori di S ottenuti seguendo le diverse teorie è già stato fatto e non sembra opportuno ritornare sull'argomento. Interessa però mettere in evidenza un fatto, ed è che qualunque sia il valore attribuito all'angolo v, compreso fra la direzione della spinta S e la normale alla parete resistente, sussistono sempre le proprietà dimostrate relativamente alla posizione del punto K e del piano di scorrimento o di più facile distacco AX.

Condotta infatti la AM (fig. 2 - Tav. I) inclinata all'orizzonte dell'angolo φ d'attrito fra terra e terra e la retta di direzione BC in modo che essa faccia colla parete *ab*, o colla retta AB parallela ed uguale ad *ab*, un angolo $ABC = \varphi + v$ si prenda $AK = \sqrt{AM \times AC}$ e si conducano KX parallela a BC ad incontrare in X la BM, ed AX ad intersecare in E la BC, la retta AX determina il piano di più facile scorrimento. ABX equivale ad AXK (condizione di R e b h a n n) ed il cuneo ABX corrisponde al cuneo di massima spinta (condizione di C o u l o m b e P o n c e l e t).

La retta EK è paralleia a BM infatti

$$\frac{AE}{AX} = \frac{AC}{AK} \qquad \text{ma} \qquad \frac{AC}{AK} = \frac{AK}{AM}$$

dunque

$$\frac{AE}{AX} = \frac{AK}{AM}$$

la figura $BEKX$ è quindi un parallelogramma, ed il triangolo BEX è equivalente al triangolo KBE, e poichè i due triangoli hanno la stessa base le loro altezze Bw e Kt

saranno uguali. I due triangoli ABX ed AKX hanno la stessa base AX e le altezze uguali $Bw = Kt$, quindi sono equivalenti, ed il piano AX divide in parti equivalente la figura $ABXK$ (condizione di Rebhann).

Considerando il cuneo ABX in equilibrio sotto l'azione del proprio peso P, della reazione R del terreno lungo la superficie AX e della reazione S della parete resistente si ricava immediatamente come al paragrafo 3, ponendo $MBA = \mu$, che

$$S = P \frac{\text{sen}\,(\alpha - \varphi)}{\text{sen}\,(\beta + \varphi + \nu)} = \frac{\pi\ \text{sen}\,\mu}{2} AB \frac{BX.XK}{AK} =$$

$$= \frac{\pi\ \text{sen}\,\mu}{2} AB \frac{BM.BC}{MC.NC} \left\{ AC + AM - AK - \frac{AC.AM}{AK} \right\}$$

che raggiunge il valore massimo appunto per un valore di AK tale che sia

$$AK = \sqrt{AC.AM}$$

e quindi il prisma ABX determinato dalla AX è quello di massima spinta di Coulomb e Poncelet. È interessante osservare che se si ritengono le pressioni elementari lungo la parete resistente AB ed il piano di distacco AX variabili linearmente, e precisamente proporzionali alla profondità del punto considerato rispetto al piano superiore BM e la spinta S inclinata di un angolo ν costante rispetto alla normale alla superficie resistente ab, come si usa comunemente nelle teorie sovraccennate, le tre forze P (peso del cuneo ABX) S (spinta contro la parete resistente) ed R (reazione del piano di distacco AX) non si incontrano in un punto. Questo fatto contradice alla legge della meccanica, per cui tre forze non possono essere in equilibrio se non si incontrano in un unico punto, quindi le teorie usuali accennate, esaminate in se stesse ed all' infuori di altre considerazioni (V. Boussinesq) possono rappresentare un utile criterio per confrontare le condizioni statiche di un muro di sostegno, ma non una soluzione razionale della questione.

5. - Se sulla superficie superiore del terrapieno br insiste un sovraccarico q uniformemente distribuito per metro quadrato, questo nella sua azione può con sufficiente approssimazione essere assimilato ad uno strato di terra dello spessore costante h_r misurato in direzione verticale e tale che sia $h_r = \frac{q}{\pi}$. Ritenendo la parete ab verticale come ai paragrafi 1, 2 e 3, tutte le dimensioni della costruzione indicata sono proporzionali alla profondità, che nel caso attuale diventa $h + h_r$. Le conseguenze di questa osservazione sono :

a) che la pressione p_a nel punto a è data da $p_a = \pi \frac{h + h_r}{h} Bn \cos \varepsilon$

b) che la pressione molecolare nel punto b è data da

$$p_b = \pi \frac{h_r}{h} Bn \cos \varepsilon$$

c) che la spinta totale S, ossia l'integrale delle pressioni elementari p, sarà data da

$$S = \frac{\pi}{2} \cos \varepsilon \, Bn. \, h \left\{ \frac{h + h_r + h_r}{h} \right\} = \frac{\pi}{2} \cos \varepsilon \, \overline{BE}^2 \left(1 + \frac{2h_r}{h} \right) = \pi \frac{y\eta}{2} \left(1 + \frac{2h_r}{h} \right)$$

che è la stessa formula trovata per questo caso da Meuller-Breslau

d) che il punto d'applicazione della spinta S sarà fornito dell'equazione dei momenti applicata alle pressioni elementari p, o più semplicemente in linea geometrica dal baricentro delle aree, diagrammi delle pressioni agenti sugli elementi della superficie resistente.

6. - Se la superficie limitante il terrapieno alla parte superiore non è piana, allora quanto è stato detto non è più rigorosamente applicabile. In questo caso, non potendosi, ne sapendosi, almeno per ora, far meglio, si ricorre all'espediente di trasformare opportunamente la figura, sezione del terrapieno in altra equivalente, che risulti limitata superiormente da una linea retta. In via di approssimazione si applicano le teorie e costruzioni indicate alla figura così trasformata, attenendosi ai metodi proposti qualora la superficie resistente non risulti verticale. I metodi per la trasformazione della figura, sezione del terrapieno, in altra equivalente sono noti e riportati in tutti i trattati, che si occupano dell'equilibrio delle terre, quindi non possono trovar posto in questa comunicazione e per la conoscenza dei medesimi rimandiamo alle opere speciali.

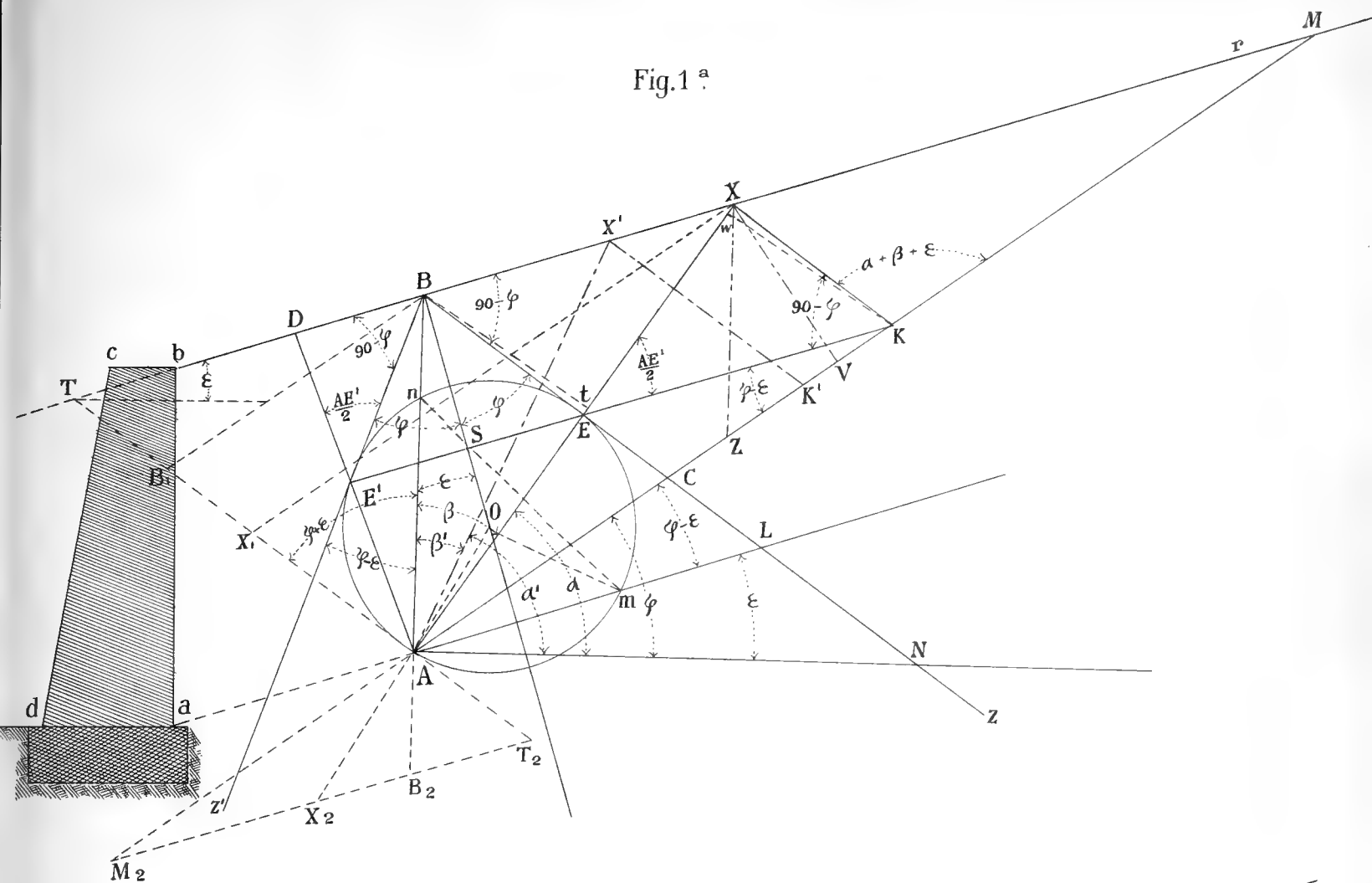
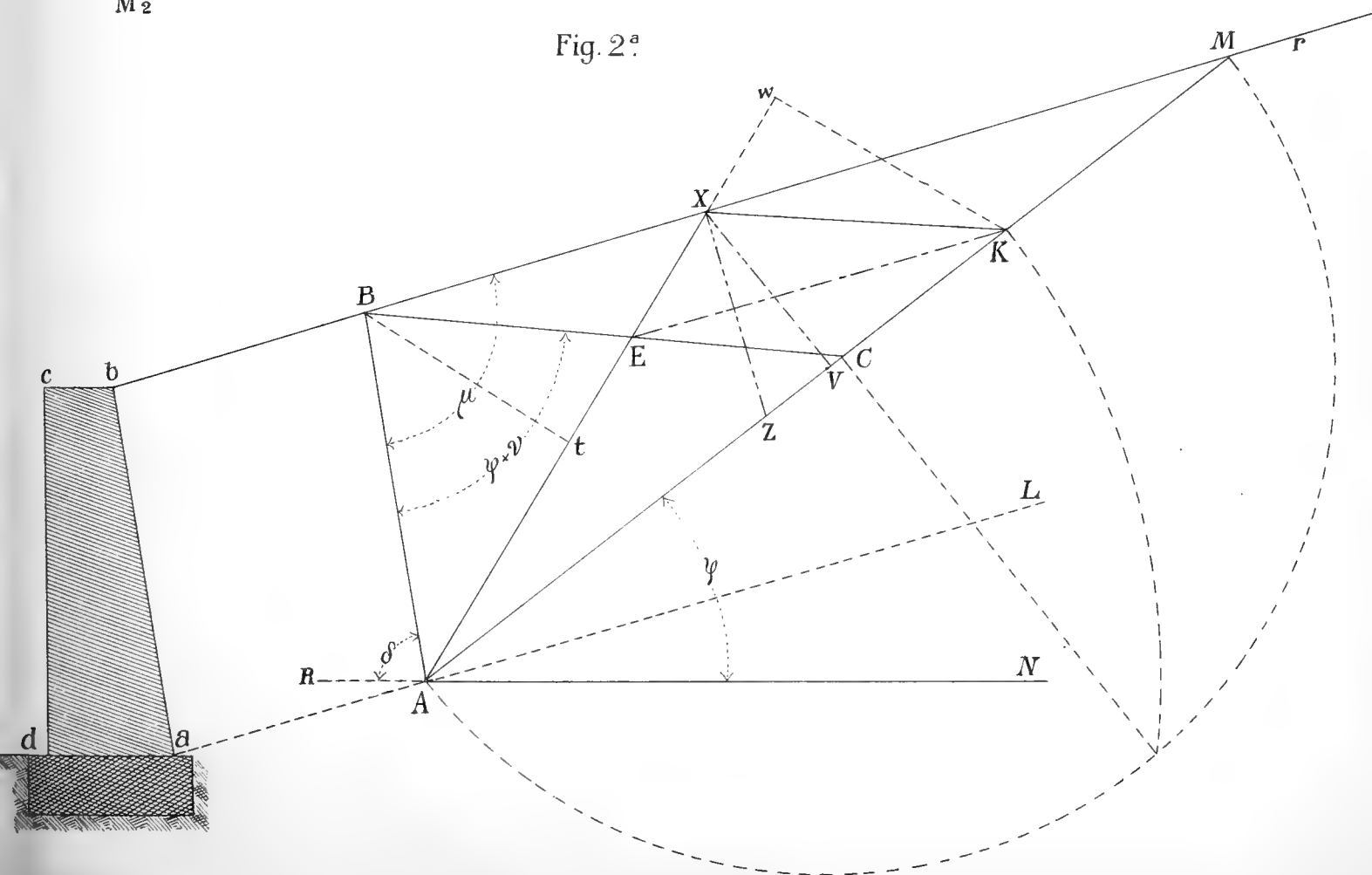



Fig. 1ª
Fig. 2ª

SUL CONTEGNO

DI

ALCUNE SOSTANZE ORGANICHE NEI VEGETALI

I. MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E CIRO RAVENNA

(Letta nella Sessione del 12 Gennaio 1908).

(CON TAVOLA)

Malgrado il rigoglioso sviluppo che vanta attualmente la chimica organica per cui una gran parte delle sostanze che si ritrovano nelle piante e negli animali poterono essere riprodotte per via sintetica, riesce assai difficile, per non dire impossibile, rendersi esattamente ragione del modo come i composti organici si formino e si trasformino negli organismi. I metodi sintetici che si impiegano nei laboratori, devono essere, in genere, assai diversi da quelli naturali e la differenza consiste sopratutto nella diversità dei mezzi adoperati. Come è noto, per le sintesi artificiali, è necessario ricorrere ai reattivi più energici e ad elevate temperature. Si vede invece che le piante producono le sostanze organiche coi mezzi apparentemente più semplici ed a temperatura ordinaria. La chimica organica, intesa nel senso di chimica degli organismi, si trova però ancora in un assai primitivo stato di sviluppo, perchè non è sufficiente di conoscere per un dato composto o per un dato gruppo di composti la natura chimica, la costituzione e la sintesi, ma è inoltre necessario sapere in qual modo le sostanze organiche prendono origine negli organismi e a quale funzione biologica esse sono destinate. Massime per le piante, questi problemi acquistano un singolare interesse perchè è noto che in esse segnatamente si compiono con facilità i più svariati processi sintetici. Le vie che possono condurre alla soluzione di tali questioni, sono diverse. Anzitutto si può cercare di riprodurre i composti organici con mezzi blandi e con processi sintetici possibilmente somiglianti a quelli naturali. In questo senso sono stati fatti molti ed anche fortunati tentativi. Si è ad esempio fatta la sintesi delle materie zuccherine semplici partendo dall' aldeide formica; si sono ottenuti vari composti di natura eterea come grassi e zuccheri complessi per mezzo di quegli stessi fermenti che sono probabilmente impiegati dalle piante. Si è tentato inoltre di evitare l' intervento di reattivi e di studiare gli effetti chimici che sulle sostanze organiche determinano le radiazioni luminose. D' altra parte si è cercato di penetrare più direttamente nelle vicende chimiche naturali studiando le trasformazioni che avvengono nelle piante stesse. Così, ad esempio, si è potuto accertare

che la formazione dell' amido è preceduta da quella di materie zuccherine semplici perchè alimentando opportunamente le piante con queste ultime, si può determinare nelle foglie una ricca formazione di amido. In questo senso si potrebbero citare molte altre esperienze, ma il campo di queste ricerche apparisce ancora assai vasto e poco coltivato.

Noi abbiamo però tentato di portare qualche contributo alla soluzione di questi problemi iniziando una serie di studi intorno al contegno di alcune sostanze organiche nei vegetali. In questa prima Memoria descriveremo le esperienze che abbiamo eseguito per cercare di risolvere la questione che riguarda la formazione e il significato biologico dei *glucosidi.*

Sulla genesi e la funzione fisiologica di questi corpi, non si hanno che nozioni assai limitate. È stato supposto che siano sostanze di riserva per il glucosio o le altre materie zuccherine semplici che il glucoside terrebbe legate in una combinazione poco diffusibile. È stato pure supposto che sia la sostanza aromatica combinata allo zucchero che funzioni da materiale di riserva. Infatti è noto che i funghi possono elaborare un gran numero di composti aromatici sebbene questi siano mediocri alimenti Altrettanto potrebbe avvenire per le piante superiori, giacchè Theorin (1) trovò che la salicina viene utilizzata dalle piante che la contengono, durante la germinazione e Weevers (2) osservò che nella corteccia dei salici, la salicina aumenta di giorno e diminuisce durante la notte. Analoghi resultati s' ebbe pure W. Russell sperimentando sopra diverse specie di piante (3). Per quanto riguarda i glucosidi cianogenetici, è assai probabile che siano da considerarsi quali materiali di riserva per l' acido cianidrico, la cui importanza per le sintesi vegetali, è stata messa in rilievo in questi ultimi anni (4).

Le nostre esperienze sono state fatte con lo scopo di ricercare se le vedute degli autori ora brevemente citate, potevano essere confermate dalla diretta esperienza. Noi abbiamo introdotto nelle piante, in vario modo, come si dirà più avanti, diverse sostanze aromatiche che apparivano suscettibili di essere trasformate in glucosidi e poi i glucosidi stessi, per vedere in qual modo questi corpi potessero venire elaborati. Le piante prescelte furono il mais e il fagiuolo comune (Phaseolus vulgaris) che normalmente sono prive dei glucosidi da noi sperimentati; le sostanze aromatiche impiegate furono l' aldeide benzoica, la saligenina, l' idrochinone, il salicilato di metile, l' alcool benzilico e la vanillina; poi i glucosidi relativi alle tre prime cioè l' amigdalina, la salicina e l' arbutina.

I risultati dei nostri studi dimostrarono anzitutto che i glucosidi sono assai meglio tollerati dalle piante da noi esaminate che i relativi composti aromatici; il glucoside artificialmente introdotto viene in parte idrolizzato e trasformato ulteriormente in modo che non si ritrova nella pianta che una piccola parte del materiale inoculato, cioè del gluco-

---

(1) Czapek, Biochemie der Pflanzen. vol. 2, pag 550 — Just 's Bot. Jahresbericht 1884, vol. 1, pag. 87; 1886, vol. 1. pag. 106.

(2) Czapek. Biochemie der Pflanzen. vol. 2, pag. 550 — Jahrb. wiss. Bot. vol. 39, pag. 229 (1903).

(3) Compt. rend. vol. 139, pag. 1230 (1904).

(4) Vedi: Dott. G. Gola: L' acido cianidrico e i glucosidi cianogenetici nel regno vegetale, Supplemento annuale all' enciclopedia di chimica vol. 23 (1907).

side e dei suoi prodotti di scomposizione. Anche più rimarchevoli sono stati i risultati delle esperienze inverse cioè quelle fatte introducendo nelle piante le sostanze aromatiche; si è potuto accertare che la saligenina e l'alcool benzilico vengono trasformate parzialmente in composti, che noi non abbiamo potuto isolare, ma che sono, come alcuni glucosidi, scindibili dall'emulsina.

Benzaldeide e amigdalina.

I nostri primi tentativi per far assorbire alle piante l'aldeide benzoica e l'amigdalina, furono fatti sul mais coltivato in soluzione acquosa. La sostanza da sperimentare veniva sciolta nella soluzione nutritiva quando la pianta aveva raggiunto un certo sviluppo. La quantità di benzaldeide era di un grammo per litro ed allo scopo di impedirne possibilmente l'azione venefica, la somministravamo in forma e nella quantità corrispondente del suo composto bisolfitico. Ma anche trattate in questo modo, le piante mostravano subito di soffrire e si seccavano in capo a due o tre giorni. Con soluzioni più diluite di benzaldeide cioè all' 1 : 5000, ma sperimentando sui fagiuoli, riuscimmo a mantenere in vita le piante e a portarle a fioritura e fruttificazione.

Per l'amigdalina le cose procedettero un poco diversamente. Nella soluzione in cui erano coltivati i mais, si scioglieva la quantità di amigdalina corrispondente all' 1 : 1000 di benzaldeide cioè gr. 4,30 per litro. Da principio, lo sviluppo continuava regolarmente, ma dopo alcuni giorni le foglie inferiori cominciavano a ingiallire fino che poco a poco le piante si seccavano. L'odore di benzaldeide che si sviluppava dalle soluzioni in cui erano immerse le radici, dimostrava che l'amigdalina si era andata decomponendo e che a ciò era probabilmente da attribuirsi il risultato ottenuto. E poichè in alcune muffe diffusissime come l'aspergillus niger e il penicillum glaucum è stata accertata la presenza di emulsina, si rendeva necessario ripetere l'esperienza mantenendo le radici in ambiente sterilizzato.

Per tali colture (1) ci siamo serviti di speciali recipienti fatti costruire espressamente dalla soffieria Monti di Milano. Sono comuni palloni della capacità di un litro muniti di una tubulatura laterale come nei palloni Pasteur-Hansen. Il collo, della lunghezza di cm. 13 e del diametro di 3, porta a tre centimetri dalla base una strozzatura (vedi la figura) sulla quale viene posto un tampone di cotone; un altro tampone si pone all'estremità superiore del collo. Il pallone, per mezzo della tubulatura laterale munita di un tubo di gomma, da potersi chiudere con tappo, viene riempito colla soluzione nutritiva fino a bagnare il tampone inferiore e si sterilizza il tutto in autoclave; oppure non si riempie completamente colla soluzione il pallone, si fa bollire per alcuni minuti tenendo da principio aperta la tubulatura laterale poi chiudendola per sterilizzare i tamponi e dopo raffreddamento, per mezzo di un altro pallone preparato nello stesso modo e congiungendolo al

---

(1) La disposizione di apparecchio di cui ci siamo serviti ci è stata suggerita dal Prof Vittorio Peglion, a cui esprimiamo qui la nostra gratitudine.

primo per le tubulature, si fa passare tanta soluzione fino a riempirlo, prendendo tutte le precauzioni perchè l' operazione si compia asetticamente. Per la sterilizzazione dei semi, si tennero immersi per un quarto d' ora in una soluzione alll' 1 p cto. di sublimato, contenente 1 p. cto. di acido cloridrico; poi si lavarono ripetutamente con acqua distillata sterilizzata. I semi sterilizzati, venivano posti asetticamente sul tampone inferiore del pallone; un seme per ogni pallone. Iniziata la germinazione, la radichetta perforava con facilità il tampone inferiore ed andava a pescare nella soluzione sterilizzata mentre la piumetta o perforava il tampone superiore o si apriva la via tra il cotone e la parete del collo. Le piante si svilupparono normalmente. Quando il liquido del pallone era ridotto alla metà circa, si riportava a volume nel modo descritto con acqua sterilizzata; arrivata la pianta ad un certo sviluppo, si aggiungeva al liquido nutritivo la quantità voluta di amigdalina sempre in soluzione sterilizzata.

Da principio fu trattata in tal modo una sola pianta. In realtà, dopo l' aggiunta dell' amigdalina, lo sviluppo continua assai limitato; il deperimento però è molto più lento che nel caso dell' impiego di soluzioni non sterilizzate. Dopo quindici giorni dal trattamento, quando la pianta, sebbene sofferente, era ancora in vita, fu ridotta, dopo che le radici erano state lavate accuratamente, a poltiglia finissima e distillata in corrente di vapore. Il distillato fu saggiato per la benzaldeide e per l' acido prussico, ma entrambe le reazioni furono negative. Il residuo della distillazione fu trattato, dopo raffreddamento, con un poco di emulsina, lasciato in riposo per 24 ore e di nuovo distillato col vapore. Il distillato diede ora la reazione della benzaldeide con acetato di fenilidrazina e dell' acido prussico colla soluzione ferroso-ferrica e acido cloridrico.

L' esperienza venne poi ripetuta su altre quattro piante coltivate nello stesso modo. Dopo venti giorni dal trattamento con amigdalina, quando cominciavano ad appassire, le quattro piante, che pesavano complessivamente gr. 135, vennero triturate e distillate col vapore. Neppure in questa seconda esperienza, si poterono rilevare nel distillato traccie apprezzabili di aldeide benzoica e di acido prussico. Il distillato, dopo trattamento con emulsina, dava anche questa volta, distintamente, la reazione della benzaldeide; l' acido cianidrico venne titolato e la sua quantità ammontava a gr. 0,0108 corrispondenti a gr. 0,18 di amigdalina.

Da queste prove risulta dunque che l' amigdalina può venire assorbita dal mais senza produrre effetti molto dannosi.

Queste esperienze non erano naturalmente sufficienti per conoscere il contegno dell' amigdalina nelle piante ed era però necessario ricorrere a coltivazioni più estese per avere un materiale maggiore; ma il metodo asettico suesposto è troppo complicato per servire a coltivazioni in grande.

Sebbene le esperienze fatte in soluzione acquosa ci avessero dato risultati non soddisfacenti, abbiamo voluto tentare le colture in vaso con sabbia quarzosa pura sperando che almeno parte dell' amigdalina potesse essere assorbita prima della scomposizione e che le piante, coltivate in mezzo solido, si mostrassero più resistenti.

Si operò sopra 32 piante di fagiuoli che venivano inaffiate giornalmente, dopo aver rag-

giunto un certo sviluppo, con una soluzione di amigdalina al 2 p. mille. Fin dalla semina, veniva somministrata alle piante, ogni settimana, la soluzione nutritiva completa. Il trattamento con amigdalina si fece dal 14 maggio al 4 luglio cioè fino a fruttificazione inoltrata. A quest' epoca, le piante del peso complessivo di gr. 1433 (peso medio per pianta gr. 44,7) vennero estratte dalla sabbia e triturate. La poltiglia fu sottoposta alla distillazione in corrente di vapore e nel distillato non fu trovata la minima traccia di aldeide benzoica e di acido prussico. Il residuo, come precedentemente, fu trattato poi con emulsina; ma il distillato non diede nè la reazione della benzaldeide nè quella dell' acido prussico. Lo stesso risultato negativo si ebbe con esperienze condotte nelle stesse condizioni sul mais.

Di questa contraddizione coi risultati precedenti ottenuti in ambiente sterilizzato, abbiamo trovato subito la ragione esaminando la sabbia dove erano state fatte le colture. Essa infatti non conteneva nè l' amigdalina nè i suoi prodotti di scissione. Deve ritenersi quindi che l' amigdalina, nel mezzo poroso in cui viene posta, si distrugga con grande rapidità per azioni microbiche prima che le piante abbiano il tempo di assorbirla.

Le esperienze colla benzaldeide, le abbiamo fatte parallelamente a quelle coll' amigdalina. Dalle piante coltivate in soluzione acquosa, sterilizzata o no, non si ottenne mai, nè direttamente, nè dopo aggiunta di enzima, la reazione dell' aldeide. E risultati pressochè analoghi fornì un' esperienza più in grande, in vaso, inaffiando le piante di fagiuoli, giornalmente, con soluzione di bisolfito al mezzo per mille corrispondente a 0,25 p. mille circa di benzaldeide. L' esperienza si protrasse dal 14 maggio al 24 giugno giorno in cui le piante, in numero di ventuna, vennero prese in esame. Il peso complessivo era di gr. 475 (peso medio per pianta gr. 22,6). Neanche quì si ottenne nè per distillazione diretta, nè dopo trattamento con emulsina, alcuna traccia di benzaldeide. Soltanto rendendo fortemente alcalina la poltiglia residua con carbonato sodico e distillando al vapore, dal distillato, trattato con acetato di fenilidrazina precipitò una tenuissima quantità di idrazone, il che prova che soltanto una traccia di composto bisolfitico era stata assorbita ed era rimasta inalterata nelle piante.

Lo scopo di studiare il contegno della benzaldeide e dell' amigdalina nel mais e nei fagiuoli, colle esperienze fin qui descritte non era dunque stato raggiunto. Abbiamo voluto però tentare le inoculazioni dirette. A questo fine ci servì il mais coltivato in piena terra. Nel fusto della pianta ben sviluppata, si praticava una cavità a forma di parallelepipedo rettangolo profondo un paio di millimetri, lungo circa 6 centimetri e largo da 10 a 12 millimetri. Nella cavità veniva posta la sostanza da sperimentare e si richiudeva l' apertura colla corteccia che era stata in parte staccata; si legava strettamente il fusto in corrispondenza alla lesione e si chiudevano le commessure con paraffina. L' esperienza fu fatta da principio sopra tre piante inoculando in ognuna da 2 a 4 decigrammi di benzalbisolfito. Le tre piante mostrarono poco dopo di soffrire e in pochi giorni i tessuti vicini alle parti inoculate si disgregarono e le piante perirono piegandosi sopra se stesse nel punto ove era stata praticata la inoculazione, ma alle volte anche superiormente.

Contemporaneamente a queste prove, in tre altre piante fu inoculata l' amigdalina in quantità di circa mezzo grammo per ognuna. Coll' amigdalina, assai più di quanto era

avvenuto per le colture in soluzione acquosa sterilizzata, i soggetti si mostrarono resistenti. Le piante, infatti, continuarono a vivere e a svilupparsi. In pochi giorni la sostanza inoculata era tutta assorbita e allora ne veniva inoculata una nuova quantità. Si fecero, infatti, per ogni pianta, 6 inoculazioni nei giorni 6, 17, 24, 31 agosto, 8 e 18 settembre. Le piante furono raccolte il 9 ottobre allo stato di quasi completa maturità. Il loro peso complessivo, senza le pannocchie che furono trascurate nelle manipolazioni, era di gr. 950. Le piante furono triturate e distillate in corrente di vapore. Il distillato dava la reazione della benzaldeide e conteneva gr. 0,0049 di acido prussico. Una piccola porzione del residuo fu trattata con emulsina e dopo 24 ore nuovamente distillato. Il distillato conteneva i prodotti di scissione dell' amigdalina quindi le piante dovevano contenere l' amigdalina inalterata oppure l' amigdonitrilglucoside di Fischer. Per decidere la questione abbiamo tentato di identificare la natura del glucoside procedendo nel seguente modo: la poltiglia distillata, dopo neutralizzazione con carbonato sodico, fu lasciata digerire per una giornata con un volume e mezzo di alcool quindi filtrata, spremuta, il liquido decolorato con nero animale a 50° e concentrato nel vuoto fino a consistenza sciropposa. Il residuo fu trattato con acetone in cui l' amigdonitrilglucoside è solubile mentre è insolubile l' amigdalina. L' estratto acetonico, sciolto in acqua e trattato con emulsina, non fornì per distillazione, nè benzaldeide, nè acido prussico. Si può dunque ritenere che il glucoside del nitrile mandelico non era presente. La parte non disciolta dall' acetone, costituita per la maggior parte di materie zuccherine, dopo un soggiorno prolungato nel vuoto aveva l' aspetto di una massa amorfa, bruna, in cui erano disseminati numerosi cristalli. I tentativi per ottenere l' amigdalina mediante l' estrazione con l' alcool andarono falliti per la piccola quantità di glucoside contenuto nell' estratto; questo perciò fu sciolto in acqua trattato con emulsina e distillato in corrente di vapore. Il liquido ottenuto diede la reazione della benzaldeide e fornì gr. 0,0243 di acido prussico corrispondenti a mezzo grammo scarso di amigdalina.

Le inoculazioni con benzalbisolfito e amigdalina furono ripetute rispettivamente su altre quattro piante per ogni sostanza ed i risultati ottenuti in questa seconda prova, confermarono pienamente quelli della prima. Tutte quattro le piante inoculate colla benzaldeide morirono entro tre giorni. Le inoculazioni coll' amigdalina si cominciarono il 22 settembre e si ripeterono il 29 settembre, il 3, il 9 e il 15 ottobre. Il distillato col vapore acqueo, ottenuto direttamente, conteneva gr. 0,0108 di acido prussico e gr. 0,0612 di benzaldeide; quest' ultima non corrisponde stechiometricamente alla quantità di acido prussico, ma è bensì superiore di circa un terzo. La poltiglia residua dalla distillazione, trattata con emulsina, fornì gr. 0,0594 di acido prussico e gr. 0,2224 di benzaldeide, che sono nel rapporto voluto dalla composizione dell' amigdalina. La quantità di amigdalina corrispondente alla benzaldeide trovata per distillazione diretta e dopo trattamento con emulsina, supera di poco un grammo; essa è dunque assai inferiore a quella somministrata.

I risultati di queste esperienze, si possono riassumere nel seguente modo:

1° - La benzaldeide è molto più velenosa per le piante sperimentate che l' amigdalina.

2° - L' amigdalina somministrata al mais per inoculazione, viene nell' interno di esso

in parte scomposta, ma la quantità dei prodotti di decomposizione che si trovano liberi è tenuissima. (Così si spiega che nelle poche piante coltivate in soluzione sterilizzata, non se ne potè constatare la presenza).

3° - La quantità totale delle sostanze, che si ritrovarono nel mais a coltivazione compiuta, è di gran lunga inferiore a quella inoculata.

Saligenina (alcool salicilico) e salicina.

Viste le difficoltà che si incontrano volendo introdurre i glucosidi nelle piante per la via delle radici, giacchè in questo caso, come s'é detto, è necessario operare in ambiente sterilizzato, abbiamo pensato di ricorrere subito, per comparare l' azione della salicina e del relativo composto aromatico, la saligenina, alla inoculazione diretta delle due sostanze.

Le esperienze di inoculazione colla salicina e la saligenina, diedero risultati non dissimili da quelli ottenuti coll' amigdalina e la benzaldeide. Le piante di mais infatti non sopravvivevano alle inoculazioni con saligenina, in dosi di 0,2 — 0,4 gr. per ogni pianta, mentre apparivano assai più resistenti a quelle col corrispondente glucoside tanto che la somministrazione di quest' ultimo potè venir rinnovata man mano che le piante lo assorbivano.

In una prima prova si sperimentò con quattro piante di mais inoculando in ciascuna, per ogni volta, mezzo grammo di salicina nei giorni 6, 17, 24, 31 agosto, 8 e 18 settembre. Le piante furono raccolte il 9 ottobre e, senza le pannocchie, pesavano complessivamente gr. 1400. Esse vennero triturate e la poltiglia si estrasse ripetutamente con etere. L' estratto etereo fu trattato con acqua bollente e la soluzione ottenuta, filtrata dalla parte insolubile, venne resa alcalina con carbonato sodico e nuovamente estratta con etere. Per evaporazione del solvente, rimase un residuo cristallino, circa un grammo, che, purificato dal benzolo, fondeva a 85°-86°. Esso aveva tutti i caratteri della saligenina e dava sopratutto la reazione caratteristica rossa con l' acido solforico e poi l' azzurra col cloruro ferrico. Il composto era quindi costituito da saligenina il cui punto di fusione, dato dagli Autori è 86° (1). Il liquido acquoso, da cui venne estratta la saligenina, fu acidificato con acido solforico ed estratto nuovamente con etere. Si ottenne un residuo, che nel vuoto cristallizzò ed era costituito per la massima parte dagli acidi delle piante. Esso dava con cloruro ferrico una colorazione rosso violetta, che ricorda quella dell' acido salicilico.

Per vedere se le piante, oltre alla saligenina contenessero anche il glucoside inalterato, alla poltiglia residua dalla prima estrazione e completamente esaurita dalla saligenina, fu aggiunto, dopo evaporazione dell' etere nel vuoto, un poco di emulsina. Dopo 24 ore di riposo, operando come precedentemente, si estrasse dalla massa, nuovamente, un altro poco di saligenina; circa un decigrammo. Questo dimostra che il glucoside inalterato era ancora presente sebbene in piccola quantità.

(1) Beilstein, 3ª edizione, vol. 2, pag. 1108.

L' esperienza fu, per maggior sicurezza, ripetuta sopra altre quattro piante rispettivamente per ogni sostanza. Quelle trattate colla saligenina, morirono anche questa volta in pochi giorni; per la salicina invece, le inoculazioni poterono essere ripetute senza alcun inconveniente. Si cominciarono il 22 settembre e si ripeterono il 29 settembre, il 3, il 9 e il 15 ottobre sempre nella quantità di gr. 0,5 per volta e per pianta. I risultati furono uguali ai precedenti. Si ottenne infatti dall' estrazione diretta circa un grammo di saligenina e dall' estrazione dopo l' idrolisi del glucoside rimasto inalterato, un decigrammo scarso. Si ebbe ancora, ma colla stessa incertezza, la reazione dell' acido salicilico.

Per studiare le trasformazioni della saligenina, si poteva, come speriamo di poterlo fare in seguito, ricorrere ad una inoculazione a piccole dosi in modo di mantenere in vita le piante su cui si opera; ma noi abbiamo seguito invece fin qui il metodo delle colture in vaso. Le esperienze relative riuscirono pienamente; la saligenina non e tanto tossica come la benzaldeide così che abbiamo potuto inaffiare giornalmente delle piante di fagiuoli con soluzione al mezzo per mille senza che avessero troppo a deperire.

La prima esperienza fu fatta su 33 piante; l' inaffiamento durò dal 14 maggio al 26 giugno. Il peso complessivo delle 33 piante era, al momento della raccolta gr. 994 (peso medio per pianta gr. 30,1). Le piante, lavate accuratamente, vennero triturate, la poltiglia resa debolmente alcalina con carbonato sodico ed estratta ripetutamente con etere. Dall' estratto etereo si ottenne circa mezzo grammo di saligenina.

Questa esperienza dimostra che i fagiuoli possono assorbire lentamente dal suolo la saligenina, adattandovisi in modo da poterla sopportare non solo, ma giungere a fioritura ed a fruttificazione. In questa esperienza essi ne contenevano circa il mezzo per mille. Restava ora a vedersi se nelle piante si ritrovava soltanto la saligenina libera oppure se l' avevano in parte trasformata in un composto analogo ai glucosidi. A questo scopo, la poltiglia residua, completamente liberata dalla saligenina, dopo evaporazione dell' etere, fu trattata con emulsina. Passate 24 ore, la massa fornì un estratto che dava nuovamente la reazione della saligenina col cloruro ferrico. Le piante contenevano adunque, oltre alla saligenina libera, della saligenina legata in una combinazione scindibile dall' emulsina. La sua quantità era però troppo esigua per poter avere qualche cosa di più delle semplici reazioni qualitative; perciò l' esperienza fu ripetuta sopra un maggior numero di piante.

A tal uopo venne fatta una coltura di 90 piante di fagiuoli. Esse furono inaffiate giornalmente con soluzione al mezzo per mille di saligenina dall' 11 agosto al 9 ottobre, giorno in cui vennero sottoposte alla ricerca. Il peso complessivo era di gr. 4800 (peso medio per pianta gr. 58,9). Le piante triturate, rese debolmente alcaline ed estratte con etere, fornirono gr. 4. di saligenina. In queste nuove colture, le piante contenevano dunque circa 0,8 p. mille di saligenina. Dopo esaurimento completo, su una piccola porzione della massa venne fatta la prova coll' emulsina. Si ebbe anche questa volta col cloruro ferrico, l' indizio che nelle piante doveva essere contenuta della saligenina combinata. E però pensammo di tentare l' estrazione di questo composto scindibile dall' emulsina, che poteva essere un glucoside. A tal fine la poltiglia venne spremuta, l' estratto acquoso ottenuto, concentrato nel vuoto e defecato lasciandolo per 24 ore in riposo con litargirio. Si filtrò, nel filtrato si eli-

minò il piombo con idrogeno solforato e poichè il solfuro rimaneva disciolto allo stato colloidale, lo abbiamo fatto coagulare aggiungendo un ugual volume di alcool. Nel filtrato, concentrato a piccolo volume, doveva esser contenuto il glucoside cercato; ma la separazione di questo ci apparve quasi impossibile data la piccola quantità di esso in paragone delle altre sostanze che si trovavano in soluzione. Perciò abbiamo pensato di limitarci, come prima, alla prova indiretta e nel liquido concentrato, dopo esserci assicurati che non era contenuta alcuna traccia di saligenina libera, abbiamo aggiunto l' emulsina. Estraendo il liquido con etere, dopo riposo, si ottennero gr. 0,10 di sostanza cristallina, che dava le reazioni della saligenina, e che, cristallizzata dal benzolo, fondeva a 85°-86°.

Riassumendo dunque le esperienze colla saligenina e la salicina apparisce:

1° - La saligenina è per le piante sperimentate più velenosa della salicina.

2° - Inoculata nel mais, la salicina viene nell' interno di esso in gran parte idrolizzata, ma la quantità totale di saligenina che si ritrova tanto libera che combinata è molto inferiore a quella inoculata allo stato di glucoside.

3° - Facendo assorbire la saligenina allo stato libero dai fagiuoli, essi ne trasformano una piccola parte in una sostanza, forse di natura glucosidica, scindibile dall' emulsina. E poichè ciò è perfettamente l' opposto di quanto avviene nel mais inoculato col glucoside, sembrerebbe che nelle piante fra questo ed i suoi prodotti di scomposizione, venisse a stabilirsi una specie di equilibrio chimico.

Idrochinone ed arbutina.

Le esperienze di inoculazione diretta coll' idrochinone, diedero risultati simili a quelle fatte colla benzaldeide e la saligenina. L' idrochinone si dimostrò infatti velenoso per il mais e le piante perirono con gli stessi fenomeni. L' arbutina invece, come l' amigdalina e la salicina, non le danneggiarono molto, tanto che le inoculazioni poterono venir ripetute via via che il glucoside era assorbito.

Le prime esperienze coll' arbutina si fecero sopra quattro piante nelle quali venne introdotta la sostanza a mezzo grammo per volta e per pianta nei giorni 6, 17, 24, 31 agosto, 8 e 18 settembre. Furono prese in esame il 9 ottobre; il peso complessivo era di gr. 1000. Dalle piante ridotte in poltiglia ed estratte direttamente con etere, si ottenne circa un grammo di idrochinone. Il metodo fu quello già descritto per le piante trattate con la salicina, cioè si riprese con acqua calda l' estratto etereo, si filtrò, si rese il liquido alcalino e si estrasse con etere. L' estratto cristallino venne poi purificato sciogliendolo in molto benzolo a caldo e decolorando con nero animale. Nel filtrato si separarono cristalli aghiformi, incolori, fondenti a 169°. Tale è il punto di fusione dato dagli autori per l' idrochinone (1).

Dalla poltiglia esaurita dall' idrochinone libero, dopo trattamento, come il solito, con emulsina, si estrasse nuovamente una sostanza cristallina avente i caratteri dell' idrochinone, ma in quantità tanto piccola che non si potè purificarla in modo da determinarne il punto di fusione.

---

(1) Beilstein, 3ª edizione, vol. 2, pag. 938.

Anche in questo caso le esperienze furono ripetute tanto per l'idrochinone che per l'arbutina. Le piante inoculate con idrochinone perirono in breve; da quelle trattate con arbutina, si ottenne presso a poco la stessa quantità di idrochinone libero ed una traccia di idrochinone proveniente dall' idrolisi coll' emulsina.

Salicilato di metile.

Si operò, con questa sostanza, sopra 25 piante di mais coltivate in vaso. Vennero inaffiate ogni giorno, dall' 11 giugno al 10 luglio con soluzioni al 0,25 p. mille di salicilato di metile. Concentrazioni superiori, non erano sopportate. Il peso complessivo delle piante, alla fine del trattamento, era di gr. 1177. Esse vennero triturate ed estratte varie volte con etere. Si osservò che i primi estratti eterei davano con cloruro ferrico assai debolmente la reazione dell' acido salicilico e che la reazione si faceva più marcata negli estratti successivi. Questi ultimi inoltre, contrariamente ai primi, odoravano nettamente di etere salicilico. Probabilmente il salicilato di metile era contenuto in parte nelle piante in una combinazione labile che si andava lentamente scomponendo.

Gli estratti eterei riuniti, vennero alcalinizzati con carbonato sodico e distillati in corrente di vapore. Dal distillato, estratto con etere, si ebbe una piccolissima quantità di un olio che dava la reazione dell' acido salicilico e aveva odore di salicilato di metile. Il residuo della distillazione fu estratto con etere, acidificato con acido solforico, filtrato ed estratto nuovamente. L' estratto dava le reazioni dell' acido salicilico con cloruro ferrico e con acqua di bromo; messo nel vuoto, si ottenne una massa cristallina nella quale si scorgevano numerosi i cristalli aghiformi di acido salicilico.

La poltiglia primitiva fu acidificata con acido solforico diluito, bollita per qualche tempo a ricadere e distillata col vapore. Il distillato fornì un estratto etereo che dava la colorazione rosso violetta con cloruro ferrico e che odorava nettamente di salicilato di metile.

Alcool benzilico.

Dopo le esperienze fatte coll' alcool salicilico (saligenina) era da aspettarsi che anche altri alcooli aromatici potessero avere nelle piante un analogo contegno; cioè era da vedersi se anche in altri casi l' alcool assorbito non si ritrovasse tutto allo stato libero, ma in una combinazione scindibile dall' emulsina. Le esperienze fatte coll' alcool benzoico confermarono tale supposizione. Questo fatto è interessante anche perchè dimostra che nelle vicende chimiche dei vegetali, sostanze affini hanno analogo comportamento.

L' esperienza fu istituita sopra 24 piante di fagiuoli coltivate in vaso ed inaffiate non tutti i giorni dal 5 settembre al 18 novembre con soluzione al 0,5 p. mille di alcool benzilico. Il loro peso alla fine del trattamento, era di gr. 635 (peso medio per pianta gr. 26,4).

Le piante triturate furono estratte direttamente con etere e l' estratto etereo distillato col vapore. Il distillato, reso alcalino con carbonato sodico, fu a sua volta estratto anche esso con etere. Si ottenne un residuo oleoso. Per identificarlo, l' abbiamo ossidato

con acido cromico. A tal fine abbiamo fatto prima una prova sopra un grammo di alcool benzilico puro facendolo bollire per qualche tempo con un eccesso di miscela di Beckmann.

Il prodotto dell'ossidazione, estratto con etere, fornì circa un grammo di acido benzoico. Dall'ossidazione dell'estratto delle piante esaminate, eseguita nello stesso modo, abbiamo ottenuto gr. 0,35 di acido benzoico. Ciò prova che il residuo oleoso era alcool benzilico nella quantità presso a poco uguale a quella dell'acido benzoico trovato.

Dalla poltiglia residua dall'estrazione si ottenne, dopo trattamento coll'emulsina, un nuovo estratto oleoso, che, ossidato con acido cromico, fornì cinque centigrammi di acido benzoico. Anche in questo caso dobbiamo supporre quindi che l'alcool benzilico abbia formato nell'interno della pianta un composto che, come alcuni glucosidi, è scindibile dall'emulsina.

Vanillina.

Per ultimo abbiamo voluto vedere se anche la vanillina, che si trova in alcune piante allo stato di glucoside, avesse un contegno analogo alla saligenina ed all'alcool benzilico nei fagiuoli.

Ci siamo serviti di 24 piante di fagioli coltivate in vaso. Si inaffiarono dal 5 settembre al 18 novembre ogni due giorni con soluzione al 0,5 p. mille di vanillina. Il loro peso quando vennero prese in esame, era di gr. 487 (peso medio per pianta gr. 20,3). Col solito metodo, si cercò di estrarre la vanillina libera eventualmente assorbita, ma non si ebbe che una traccia di sostanza cristallina che dava, non ben nettamente però, la colorazione rossa della vanillina con floroglucina ed acido cloridrico concentrato.

Il residuo dell'estrazione, trattato con emulsina, fornì esso pure un estratto cristallino in piccolissima quantità, ma che dava in modo invece assai più evidente la reazione della vanillina.

CONCLUSIONI

I risultati delle nostre esperienze dimostrano anzitutto, come s'è già detto a proposito dei singoli casi esaminati, che i tre glucosidi, amigdalina, salicina ed arbutina, vengono tollerati dal mais e dai fagiuoli assai meglio delle sostanze aromatiche in essi contenute. Coll'inoculazione nel mais, le prove riuscirono quanto mai evidenti, perchè le piante in cui si introdussero l'aldeide benzoica, la saligenina e l'idrochinone, morirono entro tre giorni, mentre coi relativi glucosidi le colture poterono arrivare a completa maturazione. Noi abbiamo così durante un periodo di due mesi introdotto per ogni pianta fino a 3 grammi dei glucosidi suindicati.

Questo metodo dell'inoculazione apparisce come il migliore per studiare il contegno nelle piante di quelle sostanze che non sono molto velenose. Per quelle che lo sono, noi crediamo che si potrà pure seguire questa via cercando da principio, con piccole dosi, di abituare la pianta, a poco a poco, alla sostanza introdotta. Questo ci proponiamo di fare in seguito.

Noi fin'ora, come s'è visto nei singoli casi descritti, abbiamo invece preferito la col-

tura in vasi, in cui la pianta s' abitua a poco a poco a tollerare la sostanza velenosa assorbita, inaffiandola con soluzioni di opportuna concentrazione. Ad accezione della benzaldeide, forse perchè si altera troppo facilmente nel terreno, tutte le altre sostanze esaminate poterono, per questa via, essere introdotte nel mais o nei fagiuoli.

I tre glucosidi inoculati nel mais, vengono in parte scissi per idrolisi e, a quanto sembra, utilizzati dalla pianta. In ogni modo non si è potuto mai estrarre da questa più di un quarto della sostanza introdotta ed anzi nel caso dell' amigdalina, la quantità dei prodotti ritrovati, non superava che di poco il decimo della sostanza adoperata. La salicina e l' arbutina si sono ritrovate nel mais in quantità più piccola di quella dei loro prodotti di idrolisi, cioè delle relative sostanze aromatiche. Questo risultato starebbe in buon accordo con le prove inverse, perchè facendo assorbire lentamente dai fagiuoli le sostanze aromatiche meglio tollerate, cioè gli alcooli salicilico e benzoico, questi si ritrovarono per la parte maggiore allo stato libero, ma in parte in una forma di combinazione che, come alcuni glucosidi, è scindibile dall' emulsina.

Ora se realmente questa forma di composto è di natura glucosidica, ciò che le esperienze che abbiamo in animo di eseguire quest' anno su più larga scala potranno confermare, apparirebbe che nelle piante, o almeno in quelle che non contengono normalmente il glucoside, fra questo ed i suoi prodotti dell' idrolisi venisse a stabilirsi una specie di equilibrio chimico. Questo risultato starebbe in accordo coi fatti ben accertati relativi alle materie zuccherine complesse e le materie grasse, per cui gli enzimi vengono a determinare un equilibrio chimico fra questi composti ed i loro prodotti di scissione idrolitica.

Riguardo al significato biologico dei glucosidi, tenendo conto di quanto hanno osservato gli autori citati in principio di questa Memoria e dei fatti ora riassunti, apparisce probabile che questi corpi possano essere considerati come materiale di riserva per quelle sostanze che per se stesse, ove venissero ad accumularsi allo stato libero, sarebbero velenose o almeno male tollerate dalle piante.

ILLUSTRAZIONE DI SPECIE ORBIGNYANE

DI NODOSARIDI, DI ROTALIDI E D'ALTRI FORAMINIFERI

ISTITUITE NEL 1826 (*)

MEMORIA

DEL

Dottor CARLO FORNASINI

presentata nell'adunanza dell'8 dicembre 1907

(CON TRE TAVOLE)

seguìta da un indice delle 330 specie di foraminiferi delle quali lo stesso Fornasini ha pubblicate e studiate le figure inedite orbignyane.

NODOSARIDAE

Nodosaria ovicula (tav. I, fig. 1, 1*a*).

A giudicare dalla figura inedita che qui presento della *N. ovicula* (e che pare copiata da una di quelle di Soldani), questa pretesa specie sembra differire dalla *N. elongata* di Rimini, della quale pubblicai il disegno orbignyano nel 1902, per avere camere ovali e molto meno allungate. Se però si considera che, delle figure soldaniane citate da d'Orbigny a illustrazione della *N. ovicula*, alcune rappresentano forme con camere lunghe e cilindriche, e altre con camere ovali, si troverà in ciò qualche contraddizione col tentativo fatto dall'autore di distinguere le forme stesse adoperando i due diversi nomi specifici.

Hab. Fossile nei dintorni di Siena (subappennino).

Nodosaria lamarcki (tav. I, fig. 4, 4*a*).

Era conosciuta per la sola citazione fattane nel « Prodrome » con le parole: « espèce à fines stries ». Ricorda certe forme biloculari crebricostate della *N. scalaris*, pur differendone per le camere più oblunghe.

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux (faluniano B).

(*) Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Ann. Sc. Nat.*, vol. VII — Con la presente memoria ha fine la pubblicazione delle figure inedite di d'Orbigny relative a numerose specie delle quali non si conosceva che il nome. Tali figure ho fedelmente copiate da lucidi, che Berthelin aveva eseguiti sui disegni originali delle « Planches inédites », e che egli mi lasciò in eredità nel 1897 (*Rend. r. Acc. Sc. Bologna*, n. s., vol. II, pag. 11, nota 2: adunanza del 14 novembre 1897).

Nodosaria pulchella (tav. I, fig. 5, 5*a*).

Fu dall'autore confrontata con la biloculare *N. catesbyi* di Cuba, la quale ne differirebbe anche per i maggiori spazii intercostali. A me pare che, in complesso, la *N. pulchella* abbia rapporti abbastanza stretti con la *N. scalaris*, da cui però si distinguerebbe per la forte acutezza delle coste. Tale carattere fu messo in evidenza nel « Prodrome », ove leggesi: « espèce pourvue de quinze côtes aiguës longitudinales ».

Hab. Fossile nel bacino di Parigi, a Montmirail (parisiano A).

Nodosaria aequalis (tav. I, fig. 3, 3*a*).

Piuttosto che di una specie a sè, trattasi molto probabilmente di un esemplare triloculare megalosferico di *N. raphanus.*

Hab. « Trouvée dans un délestage ».

Dentalina caudata (tav. I, fig. 6).

È un esemplare con quattro camere, megalosferico e mucronato, di *Nodosaria communis* a suture oblique. Pare che d'Orbigny attribuisse una certa importanza alla presenza e alla direzione del mucrone, poichè nel « Prodrome » la pretesa specie fu indicata come « lisse, à queue arquée, retournée du côté opposé à la courbure ».

Hab. Fossile nei dintorni di Siena (subappennino).

Dentalina striata (tav. I, fig. 7, 7*a*, 7*b*).

Secondo l'autore, questa *Nodosaria* (« espèce très-arquée, à fines stries longitudinales » come leggesi nel « Prodrome ») non sarebbe altro che la *N. acicula* di Philippi, alla quale egli credette necessario di cambiar nome. Ma la *N. acicula*, benchè essa pure finamente costata, è per intero costituita da camere ovali è ben distinte fra loro, a differenza della forma disegnata nelle « Planches inédites », che è subcilindrica nei primi due terzi della sua lunghezza. Questa ricorda nell'insieme la cosidetta *N. obliqua*, pur differendone per la finezza dell'ornamentazione.

Hab. Fossile nei dintorni di Dax (faluniano B).

Frondicularia laevigata (tav. I, fig. 8, 8*a*).

« Espèce lisse, allongée ». A questa insufficiente descrizione del « Prodrome » viene ora in aiuto la figura disegnata da d'Orbigny, la quale ci rappresenta bensì una forma liscia ed allungata, ma spessa, e costituita da camere anteriormente arcuate e disposte secondo un asse sensibilmente curvo. Questi due ultimi caratteri furono già osservati in altre frondicularie, e cioè: il secondo, da solo, in certi esemplari della *Fr. inaequalis* di Costa; il primo, insieme al secondo, nella *Flabellina jonesi* di Karrer. Nella *Fr. laevigata* la disposizione delle prime camere non è però tanto cristellariforme da giustificare il riferimento della specie al genere *Flabellina.*

Hab. Fossile con la precedente.

Marginulina striata (tav. I, fig. 9, 9*a*).

Spetta al gruppo della comune *M. costata*, ed è un bell'esempio di passaggio dalle nodosarie alle marginuline. Nel « Prodrome » fu citata come « espèce noueuse, striée obliquement ».

Hab. Fossile con le due precedenti.

Robulina cultrata (tav. II, fig. 10, 10*a*).

Benchè si tratti di una forma comune e conosciutissima, credo tuttavia opportuno pubblicare questo disegno della tipica *Cristellaria* montfortiana, perchè lasciatoci da d'Orbigny.

Hab. L'Adriatico. Fossile nei dintorni di Vienna.

Robulina sp. (tav. II, fig. 11, 11*a*).

È una elegante *Cristellaria*, non menzionata nel testo e specificamente innominata, ma di cui è indicata la provenienza nelle « Planches inédites ». Per la sua generale conformazione, nonchè per il carattere marginale, essa ricorda abbastanza la *R. marginata* della stessa località, della quale pubblicai la figura nel 1904. Nè differisce però, tanto per il numero molto maggiore delle camere, quanto per le suture diritte e per la presenza del disco centrale.

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux.

Guttulina laevigata (tav. I, fig. 10, 10*a*, 10*b*).

Questa *Polymorphina*, che nel « Tableau » era stata citata come proveniente dal lido di Rimini e dai dintorni di Bordeaux, nel « Prodrome » fu invece accompagnata dall'indicazione: « Bordeaux (non Adriatique) ». Pare con ciò che l'autore abbia voluto dire che la *G. laevigata* fu erroneamente da prima citata come raccolta sulla spiaggia adriatica. Comunque sia, per la estrema variabilità delle polimorfine, è assai difficile il dare un giudizio soddisfacente sulla nomenclatura di questa pretesa specie.

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux (faluniano B).

Uvigerina trilobata (tav. I, fig. 11, 11*a*).

« Espèce comprimée, les loges sur deux faces ». La figura inedita non rende conto del primo di questi due caratteri indicati nel « Prodrome », non avendo l'autore disegnato l'aspetto orale della sua uvigerina, mentre il secondo carattere sembrerebbe d'accordo con la disposizione biseriale-alterna delle ultime camere. Infine, la superficie del nicchio appare leggermente ruvida, come in certe forme illustrate da Brady sotto il nome di *U. canariensis.*

Hab. Fossile con la precedente.

ROTALIDAE

Planorbulina rubra (tav. II, fig. 3, 3*a*).

Non vedo in che differisca dalla comune *Pl. mediterranensis*, la quale, forse, ha generalmente una disposizione meno regolare delle camere.

Hab. Il Mare del Sud a Rawack.

Truncatulina infractuosa (tav. II, fig. 4, 4*a*, 4*b*).

Questa pretesa specie, che nel « Prodrome » era stata indicata soltanto come « pourvue de très-grands pores », fu, nel 1878, illustrata da Terquem in base al disegno inedito orbignyano. Per essere esatti, bisogna dire che Terquem illustrò sotto il nome di *Tr. infractuosa* un paio di forme, le quali, per la ottusità del margine e per altri caratteri, non corrispondono alla figura inedita. Questa rappresenta, con ogni probabilità, un esemplare di *Tr. lobatula* grossolanamente perforato.

Hab. Fossile nei dintorni di Bordeaux (faluniano B).

Rotalia punctulata ? (tav. I, fig. 15, 15*a*, 15*b*).

Fra i disegni lasciatimi da Berthelin, accanto a quello della *R. punctulata* che pubblicai nel 1898 trovasi questa figura, indicata, per evidente errore, come *R. menardi*. Trattasi invece di un'altra *Pulvinulina*, la quale non differisce dalla *P. punctulata* dei « Modèles » che per la sola presenza del disco umbilicale.

Hab. L'Adriatico presso Rimini (?).

Gyroidina umbilicata ? (tav. II, fig. 6, 6*a*, 6*b*).

La figura che ora pubblico con questa indicazione differisce per alcuni caratteri da quella che pubblicai nel 1902, e cioè: per la maggiore obliquità delle suture sulla faccia iniziale, per la maggiore rotondità del margine ed ampiezza dell'orificio, e per avere l'ultimo giro formato da nove camere in luogo di sette. Pare, ciononostante, che si tratti della stessa *Rotalia*, vale a dire di una varietà non molto lontana dalla comune *R. soldanii*.

Hab. Con la precedente (?).

Turbinulina crassa (tav. I, fig. 16, 16*a*, 16*b*; 17, 17*a*).

Non è altro che la tipica *Rotalia beccarii* del lido di Rimini, vale a dire la forma depressa, con l'ultimo giro costituito da circa quindici camere. La figura 17 rappresenta una varietà con caratteri umbilicali alquanto modificati.

Hab. Il Mediterraneo (« Tableau ») e l'Adriatico a Rimini. Fossile a Castellarquato (« Planches inédites »).

Turbinulina beccarii (tav. II, fig. 1, 1*a*, 1*b*; 2).

È quella varietà della linneana *Rotalia beccarii*, meno depressa e con l'ultimo giro costituito da circa dieci camere, la quale fu illustrata anche da Williamson. La figura 2 rappresenta una forma con camere molto curve.

Hab. L'Atlantico alla Martinica e lungo le coste d'Europa (« Tableau »), a Martilly, a Dieppe, a Aiguillon (« Planches inédites »).

Calcarina gaimardi (tav. III, fig. 1; 2, 2*a*, 2*b*).

Fin qui sconosciuta. Pare che il carattere differenziale più saliente fra questa specie e la *C. spengleri* consista nel maggior numero di protuberanze marginali che ornano la prima, sotto il quale aspetto essa si avvicinerebbe alla *C. defrancei*. La qui unita fig. 1 rappresenterebbe, secondo d'Orbigny, una forma giovine di *C. gaimardi*.

Hab. Il mare d'Australia a Porto Jackson e a Rawack; quello dell'Isola dell'Ammiragliato e dell'Isola di Francia.

Calcarina defrancei (tav. III, fig. 3, 4).

Illustrata dall'autore in una delle tavole che accompagnano il « Tableau », fu da lui disegnata anche nelle « Planches inédites ». Le due forme rappresentate in queste differiscono notevolmente dalle due figurate in quella, e perciò reputo conveniente pubblicarle.

Hab. Il Mar Rosso.

Calcarina spengleri (tav. III, fig. 5, 5*a*).

È specie linneana, ben conosciuta per essere stata illustrata da parecchi autori e anche da Brady. Credo, ciononpertanto, che riescirà gradito conoscere il disegno che ne lasciò d'Orbigny nelle « Planches inédites ».

Calcarina gaudichaudi (tav. III, fig. 6, 6*a*, 6*b*; 7).

Di questa specie si avrebbero due forme: l'una (fig. 6) sembra avere maggiori affinità con *C. spengleri*; l'altra (fig. 7), con *C. defrancei*. È, in ogni caso, degna della massima considerazione la somiglianza di questa e di altre pretese calcarine orbignyane con *Siderolites calcitrapoides* di Lamarck, la quale però, secondo Osimo, sarebbe cosa ben diversa da una calcarina, e avrebbe struttura in complesso più vicina a quella dei nummulitidi che a quella dei rotalidi (Atti Acc. Sc. Torino, XLII, 1907, p. 275 e s.). Ma anche l'assegnazione di *Siderolites* ai nummulitidi non è, secondo Silvestri, sufficientemente provata (Riv. It. Paleont., XIII, 1907, p. 56).

Hab. Il mare d'Australia a Rawack, e il Mar Rosso.

Calcarina quoyi (tav. III, fig. 8, 8*a*, 8*b*; 9).

Non è altro che la *C. hispida* di Brady, dragata dal « Challenger » in dieci stazioni,

tutte fra le isole del Pacifico, e a piccola profondità. Risulta, con questo, che la specie era già stata osservata, specificata e disegnata da d'Orbigny sino dal 1826.

Hab. I mari delle Isole Marianne, di Rawack e dell'Isola di Francia.

Rotalia dubia (tav. I, fig. 14, 14*a*, 14*b*).

È difficile il dare un giudizio soddisfacente, non solo sul valore specifico, ma anche sul valore generico di questa pretesa rotalina, in cui la generale conformazione ricorda quella delle due valve di un ostracode.

Hab. L'Oceano Indiano all'Isola di Francia.

Planulina dubia (tav. II, fig. 7, 7*a*, 7*b*).

Si tratta, a quel che pare, di una figura idealizzata, la quale potrebbe forse rappresentare una *Discorbina* a camere molto numerose.

Hab. L'Atlantico lungo le coste di Francia.

Planulina sp. (tav. II, fig. 8, 8*a*, 8*b*).

Trovasi disegnata nelle « Planches inédites » con la sola indicazione della località. Pare, anche questa, una figura idealizzata, la quale potrebbe forse rappresentare una *Patellina* molto depressa.

Hab. Il Mediterraneo in Corsica, e l'Atlantico a Noirmoutiers.

TEXTILARIDAE

Nodosaria orthocera (tav. I, fig. 2).

Questa figura dev'essere una copia, con qualche modificazione, di quella di Soldani sulla quale fu istituita la specie. Fu con dubbio che i rizopodisti inglesi, nel 1871, ascrissero la figura soldaniana alla *Nodosaria clavulus* di Lamarck da loro stessi riguardata, fino dal 1860, come una *Clavulina*. Conviene infatti andare molto a rilento prima di associare la pretesa nodosaria mediterranea alla testilarina dell'eocene parigino.

Hab. Il Mediterraneo (il mare di Toscana, secondo Soldani).

Bulimina arcuata (tav. I, fig. 12, 12*a*).

Trattando della *B. patagonica* dell'America meridionale, l'autore scrisse: « Cette espèce, une des plus conique du genre, se rapproche, sous ce rapport, de notre *B. arcuata*, fossile de Dax; s'en distinguant néanmoins par son ouverture virgulaire, au lieu d'être ronde, ainsi que par les pointes de son extrémité ». La *B. arcuata*, infatti, è priva di punte, e perciò non è da confondersi con la *B. aculeata*, alla quale fu per tale carattere associata da Brady la *B. patagonica*. La *B. arcuata* sembra appartenere a quel gruppo che, nel mio lavoro sulle bulimine adriatiche, designai col nome di Williamson: *B. fusiformis*.

In ogni caso, il carattere orale e quello della curvatura non dovrebbero avere valore distintivo. Nel « Prodrome » leggesi soltanto: « espèce lisse, flexueuse ».

Hab. Fossile nei dintorni di Dax (faluniano B).

Bulimina madagascarensis (tav. I, fig. 13, 13*a*).

Fu confrontata dall'autore con la *B. obliqua* della creta bianca parigina, della quale egli scrisse: « Par le grand rapprochement de ses loges, par la grande obliquité de celles-ci, nous ne pouvons comparer cette espèce qu'à notre *B. madagascariensis*, dont elle diffère par son ouverture non radiée, et par ses loges plus obliques encore ». Ambedue appartengono al gruppo della *B. elegantissima*.

MILIOLIDAE

Truncatulina contecta (tav. II, fig. 5, 5*a*, 5*b*).

« Espèce presque lisse, tranchante ». Queste parole che leggonsi nel « Prodrome » si riferiscono, insieme alla figura inedita, ad una forma truncatulinoide molto depressa, quale potrebbe essere anche una *Nubecularia*.

Hab. Fossile a Ermenonville (parisiano B), nei dintorni di Parigi e in quelli di Dax (« Tableau »).

Biloculina elongata (tav. III, fig. 10, 10*a*, 10*b*; 11).

Dei due elementi che servirono a d'Orbigny per istituire questa specie, l'uno, la figura che rappresenta la forma eocenica di Francia, è rimasto inedito fino ad oggi; l'altro, le figure di Soldani riferite con dubbio dall'autore alla sua specie, è realmente molto incerto. Il confronto fattone con la *B. oblonga* di Cuba non portò luce sui caratteri della *B. elongata*, e lo stesso dicasi della frase « espèce très-allongée » che leggiamo nel « Prodrome ». La forma dell'eocene parigino, illustrata sotto il nome di *B. elongata* da Terquem che conosceva il disegno inedito, è forse quella che meglio corrisponde al concetto orbignyano; ma ciò non può dirsi con certezza delle biloculine che i rizopodisti inglesi ascrissero alla *elongata* basandosi unicamente sulle figure di Soldani. Lo stesso Schlumberger, studiando nella sua intima struttura una forma recente, denominò *B. elongata* d'Orb. riferendosi a Brady, una biloculina che non possiamo dire se sia proprio identica a quella di Pauliac.

Hab. Fossile a Pauliac (« Tableau »), Pierre de Blaye (« Prodrome »: parisiano A), e, secondo Terquem, a Vaudancourt presso Parigi.

Biloculina laevis (tav. III, fig. 12, 12*a*).

La specie fu veramente istituita da Defrance sotto il nome generico di *Pyrgo*. Parker e Jones, trattando delle specie defranciane, riguardarono *P. laevis* come sinonimo di *B. ringens* (Lam.) var. *bulloides* d'Orb., ma Brady, più tardi, illustrò sotto il

nome di *B. laevis* (Defr.) due esemplari, di cui l'uno, quello rappresentato dalla figura 14, appare meno lontano dalla figura data da Blainville, mentre l'altro (fig. 13) si avvicina piuttosto alla *B. depressa.* Sembra quindi trattarsi di due forme diverse, che Brady ha creduto di poter ascrivere a *B. laevis*, soltanto perchè tanto l'una quanto l'altra sono bicarenate. Però, secondo d'Orbigny, la *B. laevis* non è bicarenata, come si rileva, non solo dal disegno inedito, ma anche dal confronto fatto nel 1846 con la *B. lunula*, dalla quale essa differirebbe solamente per essere meno depressa.

Hab. Manca ogni indicazione di località.

NUMMULITIDAE

Anomalina nautiloides (tav. II, fig. 9, 9*a*).

Nel « Prodrome » la troviamo semplicemente indicata come « espèce carénée ». Se si trattasse di una rotalina, saremmo in presenza di una forma sul tipo della *Truncatulina rostrata* di Brady. Ma la posizione dell'orificio, e più ancora la configurazione e il numero delle camere, lasciano ritenere che si tratti piuttosto di una *Amphistegina.*

Hab. Fossile sulle rive dell'Étang de Thau (« Tableau ») o Étang de Bère (« Prodrome »: faluniano B).

[ultime bozze: 6 febbraio 1908].

Spiegazione delle figure.

TAVOLA I.

1, 1*a*. — *Nodosaria ovicula* d' Orb. (cf. *N. elongata* d' Orb.).
2. — » *orthocera* d' Orb. (cf. *Clavulina clavulus* Lam. sp.).
3, 3*a*. — » *aequalis* d' Orb. (cf. *N. raphanus* Linné sp.).
4, 4*a*. — » *lamarcki* d' Orb. (cf. *N. scalaris* Batsch sp.).
5, 5*a*. — » *pulchella* d' Orb. (cf. come sopra).
6. — *Dentalina caudata* d' Orb. (cf. *Nodosaria communis* d' Orb.).
7, 7*a*, 7*b*. — » *striata* d' Orb. (cf. *Nodosaria obliqua* Linné sp.).
8, 8*a*. — *Frondicularia laevigata* d' Orb.
9, 9*a*. — *Marginulina striata* d' Orb. (cf. *M. costata* Batsch sp.).
10, 10*a*, 10*b*. — *Guttulina laevigata* d' Orb. (= *Polymorphina* sp.).
11, 11*a*. — *Uvigerina trilobata* d' Orb. (cf. *U. canariensis* [d' Orb.] Brady).
12, 12*a*. — *Bulimina arcuata* d' Orb. (cf. *B. fusiformis* Will.).
13, 13*a*. — *Bulimina madagascarensis* d' Orb. (cf. *B. elegantissima* d' Orb.).
14, 14*a*, 14*b*. — *Rotalia dubia* d' Orb. (= ?-?).
15, 15*a*, 15*b*. — » *punctulata* d' Orb. ? (cf. *Pulvinulina punctulata* d' Orb. sp.).
16, 16*a*, 16*b*. — *Turbinulina crassa* d' Orb. (= *Rotalia beccarii* Linné sp.).
17, 17*a*. — » *crassa* d' Orb. (= come sopra, varietas).

TAVOLA II

1, 1*a*, 1*b*, 2. — *Turbinulina beccarii* Linné sp. (= *Rotalia beccarii* Linné sp., var.).
3, 3*a*. — *Planorbulina rubra* d' Orb. (= *Pl. mediterranensis* d' Orb.).
4, 4*a*, 4*b*. — *Truncatulina infractuosa* d' Orb. (= *Tr. lobatula* W. e J. sp.)
5, 5*a*, 5*b*. — » *contecta* d' Orb. (cf. *Nubecularia* sp.).
6, 6*a*, 6*b*. — *Gyroidina umbilicata* d' Orb. ? (cf *Rotalia soldanii* d' Orb. sp.).
7, 7*a*, 7*b*. — *Planulina dubia* d' Orb. (cf. *Discorbina* sp.).
8, 8*a*, 8*b*. — *Planulina* sp. (cf. *Patellina* sp.).
9, 9*a*. — *Anomalina nautiloides* d' Orb. (cf. *Amphistegina* sp.).
10, 10*a*. — *Robulina cultrata* Montf. sp. (= *Cristellaria cultrata* Montf. sp.).
11, 11*a*. — *Robulina* sp. (cf. *Cristellaria marginata* d' Orb. sp.).

TAVOLA III.

1, 2, 2*a*, 2*b*. — *Calcarina gaimardi* d' Orb. (cf. *C. defrancei* d' Orb. e *C. spengleri* L. sp.).
3, 4. — » *defrancei* d' Orb.
5, 5*a*. — » *spengleri* Linné sp.
6, 6*a*, 6*b*, 7. — » *gaudichaudi* d' Orb.
8, 8*a*, 8*b*, 9. — » *quoyi* d' Orb. (= *C. hispida* Brady).
10, 10*a*, 10*b*, 11. — *Biloculina elongata* d' Orb.
12, 12*a*. — » *laevis* Defr. sp.

INDICE DELLE 330 SPECIE DI FORAMINIFERI DELLE QUALI C. FORNASINI HA PUBBLICATE E STUDIATE LE FIGURE INEDITE ORBIGNYANE.

I periodici, di cui si hanno le abbreviazioni nel presente indice, sono i seguenti:

Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, serie 5ª, volumi: VII (1898 e 1899), VIII (1900), IX (1901), X (1902); s. 6ª, vol. I (1904), II (1905), III (1906), V (1908).

Rendiconto delle Sessioni della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, nuova serie, volumi: II (1898), VII (1903).

Palaeontographia Italica. Volume IV (1898).

Bollettino della Società Geologica Italiana, volumi: XIX (1900), XX (1901), XXII (1903).

Rivista Italiana di Paleontologia, volumi: III (1897), V (1899), VII (1901), VIII (1902).

lituus. Ibidem, p. 9, t. II, f. 11.
rawackensis. Ibidem, p. 10, t. II, f. 12.
rostrata. Ibidem, p. 8, t. II, f. 6.
translucida. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 41, f. 40.
tuberculata. Ibidem, p, 45, f. 48.

Dendritina

rangi. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. I, p. 6, t. I, f. 13.

Dentalina

caudata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. V, p. 42, t. I, f. 6.
communis. Ibidem, s. 5ª, v VII, p. 209, f. 1.
ferussaci. Ibidem, v. X, p. 30, f. 25.
striata. Ibidem, s. 6ª, v. V, p. 42, t. I, f. 7.

Discorbis

orbicularis. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. III, p. 67, t. III, f. 8.

Frondicularia

laevigata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. V, p. 42, t. I, f. 8.

Globigerina

depressa. Rend. Acc Sc. Bol., n. s, v. VII, p. 140, t. I, f. 3.
elongata. Paleont. It., v. IV, p. 207, f. 1.
fragilis. Rend. Acc. Sc. Bol., n. s., v. VII, p. 141, t. I, f. 4.
gibba. Palaeont. It., v. IV, p. 208, f. 2.
globularis Rend. Acc. Sc. Bol., n. s., v. VII, p. 140, t. I, f. 1.
helicina. Palaeont. It., v. IV, p. 209, f. 4.
parisiensis. Rend. Acc. Sc. Bol., n. s., v. VII, p. 141, t. I, f. 5.
punctulata. Palaeont. It., v. IV, p. 210, f. 5.
rotundata. Ibidem, p. 208, f. 3.
trigonula. Rend. Acc. Sc. Bol., n. s., v. VII, p. 140, t. I, f. 2.
trilocularis. Ibidem, v. II, p. 12, f. 2.

Globulina

deformis. Riv. It. Paleont., v. VIII, p. 13, t. I, f. 9.
depressa. Ibidem, p. 12, t. I, f. 8.
elongata. Ibidem, p. 12, t. I, f. 7.
grateloupi. Ibidem, p. 12, t. I, f. 6.
ovata. Boll. Soc. Geol. It., v. XIX, p. 147, f. 5.
sulcata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 5ª, v. X, p. 50, f. 52.
translucida. Ibidem, p. 50, f. 51.

Guttulina

caudata. Boll. Soc. Geol. It., v. XIX, p. 137, f. 2.
laevigata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. V, p. 43, t. I, f. 10.
lucida. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 40, f. 50.
nitida. Ibidem, v. IX, p. 70, f. 22.

Gyroidina

carinata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. III, p. 68, t. IV, f. 7.
conoides. Ibidem, p. 69, t. IV, f. 8.
contecta. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 61, f. 61.
flavescens. Ibidem, s. 6ª, v. III, p. 68, t. IV, f. 6.
laevigata. Ibidem, s. 5ª, v. VII, p 260, f. 6.
laevis. Ibidem, p. 260, f. 7.
umbilicata. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 59, f. 59; s. 6ª, v. V, p. 44, t. II, f. 6.

Heterostegina

suborbicularis. Boll. Soc. Geol. It., v. XXII, p. 396. t. XIV, f. 6-7.

Marginulina

bifurcata. Mem. Acc. Sc Bol., s. 5ª, v. X, p. 38, f. 30.
cornucopiae. Ibidem, v. VIII, p. 384, f. 34.
cylindrica. Ibidem, v. X, p. 38, f. 31.
striata. Ibidem, s. 6ª, v. V, p. 43, t. I, f. 9.

Nodosaria

aequalis. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. V, p. 42, t. I, f. 3.
brevis. Ibidem, s. 5ª, v. X, p 27, f. 21.
elongata. Ibidem, p. 28, f. 23.
gibba Ibidem, p. 33, f. 28.
hirsuta. Ibidem, p. 32, f. 26.
lamarcki. Ibidem, s. 6ª, v. V, p. 41, t. I, f. 4.
oblonga. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 32, f. 27.
orthocera. Ibidem, s. 6ª, v. V, p. 46, t. I, f. 2.
ovicula. Ibidem, p. 41, t. I, f. 1.
pulchella. Ibidem, p. 42, t. I, f. 5.
radicula. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 28, 29, f. 22, 24.
undulata. Ibidem, p. 33, f. 29

Nonionina

complanata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. I, p. 12, t. III, f. 6.
elegans. Ibidem, s. 5ª, v. VII, p. 655, f. 5.
elliptica Ibidem, s. 6ª, v. I, p. 11, t. III, f. 2.
elongata. Ibidem, p. 12, t. III, f. 4.
grateloupi. Ibidem, p. 12, t. III, f. 5.
laevigata. Ibidem, s. 5ª, v. VII, p. 649, f. 1.
lamarcki. Ibidem, s. 6ª, v. I, p. 11, t. III, f. 1.
limba. Ibidem, s. 5ª, v. VII, p. 649, f. 2.
melo. Ibidem, p. 650, f. 3.
polita. Ibidem, v. X, p. 5, f. 1.
rugosa. Ibidem, s. 6ª, v. I, p. 12, t. III, f. 3.

Operculina

costata. Boll. Soc. Geol. It., v. XXII, p. 395, t. XVI, f. 1.
gaimardi. Ibidem, p. 396, t. XIV, f. 4.

madagascarensis. Ibidem, p. 395, t. XIV, f. 3
thouini. Ibidem, p. 395, t. XIV, f 2.

Peneroplis

ellipticus. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. I, p. 7, t. I, f. 14.
gervillei. Ibidem, p. 7, t. I, f. 16.
laevigatus. Ibidem, p. 7, t. I, f. 15.
orbicularis. Ibidem, p. 7, t. I, f. 17.

Planorbulina

rubra. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. V, p. 44, t. II, f. 3.
vermiculata. Ibidem, s. 5ª. v. VIII, p. 396, f. 46.

Planularia

depressa. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. I, p. 11, t. II, f. 16.
elongata. Ibidem, p. 10, t. II, f. 15.
striata. Ibidem, p. 10, t. II, f. 17-20.

Planulina

dubia. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. V, p. 46, t. II, f. 7.
sp. Ibidem, p. 46, t. II, f. 8.

Polymorphina

aculeata. Riv. It. Paleont., v. VIII, p. 11, t I, f. 1.
acuta. Boll. Soc. Geol. It., v. XIX, p. 135, f. 1.
consecta. Riv. It. Paleont. It., v. VIII, p. 12, t. I, f. 4.
dilatata. Ibidem, p. 12, t. I, f. 5.
inaequalis. Boll. Soc. Geol. It, v. XIX, p. 142, f. 3.
obtusa. Ibidem, p. 146, f. 4.
pupa. Riv. It. Paleont., v. VIII, p. 12, t. I, f. 3.
truncata. Boll. Soc. Geol It, v. XIX, p. 151, f. 6.
tuberosa. Riv. It. Paleont., v. VIII, p. 12, t. I, f. 2.

Polystomella

angularis. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. I, p. 12, t. III, f. 7.
burdigalensis. Ibidem, p. 13, t. III, f. 12.
gaimardi. Ibidem, p 13, t. III, f. 8
lessoni. Ibidem, p. 13, t. III, f. 9.
oceanensis. Ibidem, p. 13, t. III, f. 10.
semistriata. Ibidem, s. 5ª, v. VII, p. 653, f. 4.
umbilicata. Ibidem, s. 6ª, v. I, p. 13, t. III, f. 11.

Quinqueloculina

affinis. Mem. Acc Sc. Bol, s. 5ª, v. X, p 23, f. 17.
angularis. Ibidem, s. 6ª, v. II, p. 66, t. III, f. 12.
ariminensis. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 22, f. 15.
aspera. Ibidem, s. 6ª, v. II, p. 65, t. III, f. 1.
bicarinata. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 22, f. 16.
birostris. Ibidem, s. 6ª, v. II, p. 62, t. II, f. 5.
bulloides. Ibidem, p. 64, t. II, f. 12.
carinata. Ibidem, p. 67, t. IV, f. 2.
costata. Ibidem, p. 62, t. II, f. 6.
crassa. Ibidem, p. 65, t. III, f. 5.
depressa. Ibidem, p. 68, t IV, f. 8.
disparilis. Ibidem, p. 66, t. III, f. 10.
dubia. Ibidem, p. 69, t. IV, f. 13.
elegans. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 24, f. 19; s. 6ª, v. II, p 65, t. III, f. 2, 3.
flavescens. Ibidem, p. 68, t. IV, f. 4.
glomerata. Ibidem, s. 6ª, v. II, p. 64, t. II, f. 10.
irregularis. Ibidem, p. 67, t. III, f. 14.
laevigata. Ibidem, p. 63, t. II, f. 8.
lamellata. Ibidem, p. 69, t. IV, f. 9.
limbata. Ibidem, p. 66, t. III, f. 9.
longirostra Ibidem, p. 69, t. IV, f. 12.
oculus. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 21, f. 14.
orbicularis. Ibidem, s. 6ª, v. II, p. 68, t. IV, f. 7.
parisiensis. Ibidem, p. 63, t. II, f. 9.
plana. Ibidem, p. 64, t. II, f. 11.
prisca. Ibidem, p. 68, t. IV, f. 5.
pulchella. Ibidem, p. 69, t. IV, f. 11.
punctata. Ibidem, p. 69, t. IV, f. 10.
punctulata. Ibidem, p. 66, t. III, f. 11.
rawackensis. Ibidem, p. 66, t. III, f. 8.
rugosa. Ibidem, p. 66, t. III, f. 13.
secans. Ibidem, s 5ª, v. VIII, p. 365, f. 11.
seminulum. Ibidem, p. 365, f. 12, 13.
semistriata. Ibidem, s. 6ª, v. II, p. 65, t. III, f. 4.
striata Ibidem, p. 63, t. II, f. 7.
subcarinata. Ibidem, p. 64, t. II, f. 13.
suborbicularis. Ibidem, p. 67, t. IV, f. 3.
subrotunda Ibidem, p. 68, t. IV, f. 6.
sulcata. Ibidem, s. 5ª, v. VIII, p. 363, f. 9.
undulata. Ibidem, v. X, p. 25, f. 20; s. 6ª, v. II, p. 67.
variabilis. Ibidem, s. 6ª, v. II, p. 65, t. III, f. 6, 7.
variolata. Ibidem, s 6ª, p. 67, t. IV, f. 1.
vulgaris. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 21, f. 13.

Robulina

aculeata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 5ª, v. X, p. 44, f. 46.
calcar. Ibidem, p. 44, 45, f. 45, 47.
costata n. 3. Ibidem, p. 43, f. 44.
costata n. 13. Ibidem, p 46, f. 49.
cultrata. Ibidem, s. 6ª, v. V, p. 43, t. II, f. 10.
discoides. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 42, f 43.
laevigata. Ibidem, p. 42, f. 42.
marginata n. 6. Ibidem, p. 41. f. 41.
marginata n. 19. Ibidem, s. 6ª, v. I, p. 10, t. II, f. 13
sp. Ibidem, s. 6ª, v. V, p. 43, t. II, f. 11.

Rosalina

affinis. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. III, p. 62, t. I, f. 3.
depressa. Ibidem, p 62, t. I, f. 2.

mediterranensis. Ibidem, s. 5ª, v. VII, p. 264, f. 8.
semistriata. Ibidem, s. 6ª, v. III, p. 61, t. I, f. 1.
soldanii. Ibidem, s. 5ª, v. VII, p. 278, f. 11.

Rotalia

audouini. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. III, p. 65, t. II, f. 9, 10.
brongniarti Ibidem, s. 5ª, v. VII, p 248, f. 1.
burdigalensis Ibidem, s. 6ª, v. III, p. 65, t. III, f. 1.
carinata. Ibidem, s 5ª, v. VII, p. 249, f. 2.
communis. Ibidem, p. 249, f. 3.
deformis. Ibidem, s. 6ª, v. III, p. 66, t. III, f. 7.
discoides. Ibidem, p. 63, t. I, f. 9.
dubia. Ibidem, v. V, p. 46, t. I, f. 14.
dufresnei. Ibidem, v. III, p. 64, t. II, f. 4.
elegans. Ibidem, p. 63, t. I, f. 10.
elliptica. Ibidem, p. 66, t. III, f. 3.
gibbosa Ibidem, p. 63, t. I, f. 6.
grateloupi. Ibidem, p. 64, t II, f. 2, 3.
guerini. Ibidem,. p. 65, t. II, f. 8
limbata. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 56, f. 55.
marginata Ibidem, s. 6ª, v. III, p 63, t II, f. 1
nitida. Ibidem, p. 66, t. III, f. 4.
papillosa. Ibidem, p. 64, t. II, f. 6.
pileus. Ibidem, s. 5ª, v. X, p 65, f. 54.
pulchella. Ibidem, s. 6ª, v. III, p. 66, t. III, f. 5, 6.
punctata. Ibidem, p. 64, t. II, f. 5.
punctulata. Ibidem, s 5ª, v. v. VII, p. 271, f. 9; s. 6ª, v. V, p. 44, t. I, f. 15.
saxorum. Ibidem, s. 6ª, v. III, p. 62, t. I, f. 5.
subrotunda. Rend. Acc. Sc. Bol., n. s., v. II, p. 13, f. 3.
suessonensis. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. III, p. 66, t. III, f. 2.
thouini. Ibidem, p. 64, t. II, f. 7.
trochidiformis. Ibidem, p. 62, t. I, f. 4.
trochus. Ibidem, p 63, t. I, f. 7, 8.

Spirolina

depressa. Mem. Acc. Sc Bol., s. 6ª, v. I, p. 7, t. I, f. 18, 19; t. II, f. 1.
laevigata. Ibidem, p. 8, t. II, f. 3.
pedum. Ibidem, p. 8, t. II, f. 4, 5.
striata. Ibidem, p. 8, t. II, f. 2.

Spiroloculina

angulosa. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. I, p. 5, t. I, f. 8.
bicarinata. Ibidem, p. 4, t. I, f. 5
depressa. Ibidem, p. 3, t. I, f. 1.
elongata. Ibidem, p. 5. t. I, f. 10.
grateloupi. Ibidem, p. 4, t. I, f. 3.
limbata. Ibidem, p. 6, t. I, f. 11.
lyra. Ibidem, p. 5, t. I, f. 6.
nitida. Ibidem, s. 5ª, v. VIII, p. 360, f. 4.
orbicularis. Ibidem, s. 6ª, v. I, p. 5, t. I, f. 7.
perforata. Ibidem, p. 3, t. I, f. 2.
pulchella. Ibidem, p. 6, t. I, f. 12.
striata. Ibidem, p. 5, t. I, f. 9.
tricarinata. Ibidem, p. 4, t. I, f. 4.

Textilaria

acuta. Riv. It. Paleont., v. VII, p. 105, t. III, f. 2.
angularis. Mem. Acc. Sc. Bol, s. 5ª, v. X, p 9, f. 7.
carinata. Ibidem, p. 11, f. 10.
communis. Riv. It. Paleont, v. VII, p. 106, t. III, f. 9.
consecta. Ibidem, p. 104, t. III, f. 1.
digitata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 5ª, v. X, p. 7, f. 5.
elongata. Riv. It. Paleont., v. VII, p. 105, t. III, f. 4.
laevigata. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 5ª, vol. X, p. 7, f. 3.
lingula. Riv. It. Paleont., v. VII, p. 105, t. III, f. 7.
lobata. Ibidem, p. 105, t. III, f. 5.
marginata. Ibidem, p. 105, t. III, f. 6.
obtusa. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 5ª, v. X, p. 7, f. 4.
oviformis. Ibidem, v. VIII, p. 369, f. 18.
plana. Riv. It. Paleont., v. VIII, p. 45, f. 2
punctata. Ibidem, p. 44, f. 1.
punctulata. Mem. Acc. Sc. Bol., s 5ª, v. VIII, p. 368, f. 17.
pygmaea. Ibidem, v. X, p. 9, f. 6.
quadrangularis. Riv. It. Paleont., v. VII, p. 106, tav. III, f. 8.
rugosa. Ibidem, p. 105, t. III, f. 3.
trochoides. Ibidem, v. VIII, p. 46, f. 3.
tuberosa. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 5ª, v. X, p. 6, f. 2.

Triloculina

affinis. Mem. Acc. Sc. Bol., s. 6ª, v. II, p. 59, t. I, f. 1.
angularis. Ibidem, p. 59, t. I, f. 2.
cylindrica. Ibidem, p. 61, t. I, f. 13.
deformis. Ibidem, p. 61, t. I, f. 12.
dubia. Ibidem, p. 62, t. II, f. 3.
echinata. Ibidem, p. 61, t. I, f. 9.
elongata. Ibidem, p. 61, t. I, f. 11.
flavescens. Ibidem, p. 60, t. I, f. 8.
inflata. Ibidem, p. 60, t. I, f. 5, 6.
laevigata. Ibidem, p. 61, t. I, f. 10.
maurini. Ibidem, p. 62, t. II, f. 4.
reticulata. Ibidem, p, 60, t. I, f. 4.
reversa. Ibidem, p. 61, t. II, f. 1.
rotunda. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 20, f. 12.
rugosa. Ibidem, s 6ª, v. II, p. 60, t. I, f. 3.
striata. Ibidem, s. 5ª, v. X, p. 24, f. 18.
strigilata. Ibidem, p. 60, t. I, f. 7.
tricostata. Ibidem, s 6ª, v. II, p. 61, t. II, f. 2.
unidentata. Ibidem, s 5ª, v. VIII, p. 361, f. 6.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
1a
3a
4a
5a
7b
8a
10a
10
11
7a
11a
9a
10b
13
14a
14
12
12a
15
15a
13a
14b
15b
16
16a
16b
17
17a

C. Fornasini: dai dis. ined. di d'Orb.

E. Contoli inc.

Bologna - Stab. Lit.-Fototip. F. Casanova e Figlio

1
2
2 a
2 b
5 a
3
4
6
5
6 a
7
6 b
8
8 a
9
8 b
10
10 a
10 b
11
12
12 a

CONTRIBUTO ALLO STUDIO CHIMICO-BROMATOLOGICO DELL'ABRASTOLO

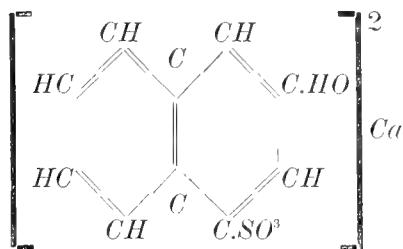
MEMORIA

DEL

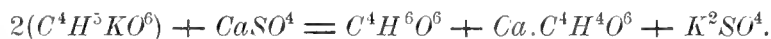
PROF. DIOSCORIDE VITALI

(letta nella Sessione ordinaria dell'8 dicembre 1907)

L'Abrastolo, che per la prima volta fu preconizzato come buon antisettico dal Dujardin-Beaumetz e dallo Stachler sotto il nome di Asaprolo, non è altro che il sale calcico dell'acido β-naftol-α-solforico ed è quindi rappresentato dalla formola di struttura:

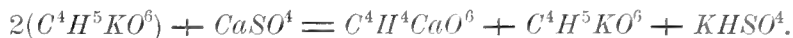
$$\left[\begin{array}{ccccc} & CH & & CH & \\ HC & & C & & C.HO \\ & & | & & | \\ HC & & C & & CH \\ & CH & & C.SO^3 & \end{array}\right]^2 Ca$$

Questo composto non è solamente usato come antisettico nella cura delle malattie, sotto il quale rapporto è anche preferito al β-naftolo, perchè assai più solubile nell'acqua, ma fu altresì proposto dal Bang come mezzo di chiarificazione e conservazione dei vini in sostituzione del gesso, mezzo quest'ultimo, il quale, se raggiunge lo scopo specialmente se usato in notevole proporzione, presenta però l'inconveniente di alterare sensibilmente la composizione e le proprietà igieniche di quella bevanda alcoolica.

Si è ritenuto per molto tempo col Chancel (1) che l'ingessamento dei vini avesse per effetto di decomporre il bitartrato di potassio in questo contenuto, trasformandolo in solfato di potassio neutro e in tartrato di calcio e in acido tartarico, secondo l'equazione seguente:

$$2(C^4H^5KO^6) + CaSO^4 = C^4H^6O^6 + Ca.C^4H^4O^6 + K^2SO^4.$$

Altri però, e primi fra questi il Bussy e il Buignet, ammisero, che fra il bi-

(1) Études sur la compositiòn des vin. 1886. - C. R. Seance du 20 Fevrier 1886.

tartrato di potassio e il solfato calcico avvenisse la reazione in modo da formare bensì del tartrato calcico, ma non del solfato neutro di potassio, sì bene del solfato acido di questo metallo in conformità dell' equazione :

$$2(C^4H^5KO^6) + CaSO^4 = C^4H^4CaO^6 + C^4H^5KO^6 + KHSO^4.$$

Questa interpretazione trovò conferma nelle esperienze del Prof. Prospero Ferrari (1) del Prof. Pollacci (2) e del Prof. Vitali (3).

Sia coll' una, sia coll' altra interpretazione è evidente, che le qualità igieniche dei vini gessati, sono alterate, perche mentre nei vini naturali, si trova tartrato acido di potassio, sale di azione temperante e di sapore acidulo non ingrato, nei vini gessati colla prima delle accennate interpretazioni si troverebbe del solfato neutro di potassio, composto di azione lassativa e di sapore amaro, e colla seconda si troverebbe del bisolfato di potassio, sale fortemente acido, il quale a detta dei farmacologi, fra cui il Cantani, *agisce in dosi minori ed irrita troppo vivamente la mucosa gastro-enterica e produce per lo meno forti coliche* (4).

Quindi è che considerando la cosa solamente dal lato igienico, l' ingessamento dei mosti e dei vini dovrebbe essere proibito dalle leggi sanitarie. Senonchè, tenuto conto dell' uso da tempo antico invalso di questo trattamento dei vini, e dei mosti, e della azione, che realmente il solfato di calcio possiede di meglio conservare quella bevanda alcolica, le leggi sanitarie si limitarono a permettere l' ingessamento in misura determinata, e tale che il gesso aggiunto non possa nel vino produrre una quantità di solfati, considerati come solfato potassico, la quale superi i 2 gr. per litro di vino.

I chimici igienisti non paghi di questa limitazione, e pur ritenendo che l'aggiunta del gesso anche nella misura limitata suddetta, non potesse certamente avvantaggiare le qualità del vino specialmente igieniche, pensarono di trovare qualche altra sostanza, la quale potesse sostituire il solfato di calcio nella sua azione conservatrice, ma la cui azione non riescisse di pregiudizio alle sue qualità igieniche. Al solfato di calcio si pensò di sostituire il fosfato acido di potassio: $H^2Ca^2(PO^4)^2$; sostituzione alla quale si diè il nome di *fosfataggio dei vini*

Il Fosfato di Calcio, acido, agisce sulla composizione dei vini in modo analogo a quello del solfato calcico. Anche in questo caso si forma tartrato di calcio, che precipita, e fosfato acido di potassio, il quale rimane in soluzione :

$$2C^4H^5KO^6 + H^2Ca^2(PO^4)^2 = 2C^4H^4CaO^6 + 2H^2K(PO^4).$$

Il Fosfato acido di potassio, indipendentemente dalla sua azione ricostituente, di cui

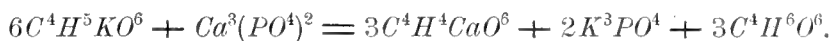
(1) Delle adulterazioni dei vini coll' acido solforico. - Atti del Labor. di Chimica Agr. dell' Università di Pisa. fasc. 4, Anno 1882.

(2) Nuovi fenomeni osservati nell' ingessamento dei vini e dei mosti. Milano 1875.

(3) Rivista di Merciologia Fasc. II, 1891.

(4) Manuale di Materia Medica e Terapeutica. Milano 1869, p. 289.

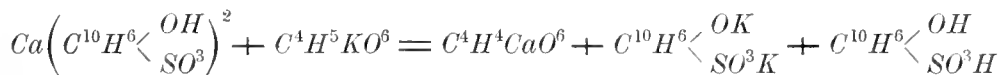
sono forniti tutti i fosfati, è certamente, come sale acido, meno nocivo del solfato acido: non è però affatto indifferente per l'organismo. È per questo che l'uso del fosfato acido di calcio non fu raccomandato da alcuni igienisti. Fra questi il Comboni, il Gautier e il Desmoulin per questa ragione proposero di sostituire al fosfato acido di calcio il neutro, usando il quale, secondo questi chimici, si eviterebbe la formazione di un fosfato molto acido, quale sarebbe il monopotassico. Impiegando il fosfato di calcio neutro $Ca^3(PO^4)^2$ nel vino, la reazione fra questo sale e il bitartrato di potassio dovrebbe avvenire nel modo seguente:

$$6C^4H^5KO^6 + Ca^3(PO^4)^2 = 3C^4H^4CaO^6 + 2K^3PO^4 + 3C^4H^6O^6.$$

Ora il fosfato neutro di potassio non ha l'azione irritante del fosfato acido di questo metallo; non può però averne la stessa virtù conservatrice: per cui nel fosfataggio dei vini la loro conservazione è tutta affidata all'azione dell'acido tartarico, la cui azione antisettica è certamente inferiore a quella dell'acido solforico che nel solfato acido non è salificata dal potassio.

Perciò i chimici igienisti pensarono di sostituire il gesso e il fosfato di calcio con una sostanza, la quale fosse per se stessa e non solo pei prodotti di decomposizione, cui avesse potuto dar luogo nei vini, fornita di forte potere antisettico, e che sia per se stessa (per la piccola quantità necessaria per ottenere l'effetto conservativo), sia per i prodotti di decomposizione cui può dare origine coi componenti del vino, riescisse affatto innocua, mentre ad un tempo all'azione conservatrice associasse, come fa il gesso, l'azione chiarificante.

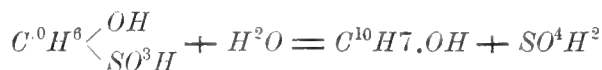
Fu appunto il Bang, come accennai sul principio, che propose l'abrastolo, quale sostanza, capace di soddisfare alle sù esposte condizioni.

Infatti, secondo il Noelting, che ha studiato il modo di agire di questo composto sui vini, allo scopo di assicurarsi, se in questa azione si formassero o no sostanze nocive alla salute, anch'esso agirebbe sul bitartrato di potassio, decomponendolo in conformità della seguente equazione (1):

$$Ca\left(C^{10}H^6\left\langle{OH \atop SO^3}\right.\right)^2 + C^4H^5KO^6 = C^4H^4CaO^6 + C^{10}H^6\left\langle{OK \atop SO^3K}\right. + C^{10}H^6\left\langle{OH \atop SO^3H}\right.$$

dalla quale si rileva che si forma tartrato di calcio, che, insolubile, si depone, si rende libera una molecola di acido β-naftol-α-solforico e si produce una molecola del suo sale potassico. E che la reazione avvenga in questo senso, ciò fu dimostrato anche da me colla seguente esperienza. Ad una soluzione fredda di bitartrato di potassio aggiunsi piccola quantità di abrastolo, agitando; il liquido non s'intorbidò, ma lasciato a se, depose dopo alcune ore dei piccolissimi cristalli, che dimostrai essere costituiti da tartrato di calcio: parte del liquido dibattei con etere, evaporai lo strato etereo, ottenendo

(1) Mon. scient. Aprile 1854. — J. Pharm. Chim. 1894, I. p. 516.

per residuo delle piccolissime goccie, di color bruniccio, che col tempo si solidificarono assumendo aspetto cristallino, e la cui soluzione, di reazione acida, presentò le reazioni dell' acido β-naftol-α-solforico, di cui sarà detto più avanti. Certamente questo acido non può riescire affatto indifferente per l' organismo. Ma, se si consideri, che la quantità di abrastolo che si adopera per conservare e chiarificare i vini è minima, non superando gr 0,2 per litro, e che quindi la quantità di quell' acido, che si può render libera è ancor più piccola, tanto che, anzicchè di danno, potrebbe tornare di vantaggio alla salute di chi facesse uso di vini così leggermente abrastolati, essendo il β-naftolo, da cui deriva l' abrastolo, il più innocuo di tutti gli antisettici noti, poichè non riesce pericoloso per l' uomo che alla dose di gr. 26 presi in una sol volta, cioè ad una dose qual' è quella che sarebbe contenuta nella quantità di abrastolo che suolsi aggiungere a circa 400 litri di vino; se si consideri tutto questo, si comprenderà come l' acido β-naftol-α-solforico, che dalla quantità di abrastolo, che si usa aggiungere ai vini, si può render libero, non possa recar danno alla salute di chi beve vini abrastolati. Ne è a temersi, come taluno potrebbe supporre, che l' acido β-naftol-α-solforico, acido energico, decomponendo altra parte di cremortartaro, renda libero dell' acido tartarico, il quale idrolisando detto acido ne renda libero l' acido solforico:

$$C^{10}H^{6}\langle{}^{OH}_{SO^3H} + H^2O = C^{10}H^7.OH + SO^4H^2$$

poichè solo gli acidi minerali energici e per prolungata azione a caldo sono capaci di produrre simile decomposizione, e non un acido organico debole qual' è il tartarico, come è stato dimostrato da Scheurer-Kestner (1). Io stesso ho esclusa la produzione dell' acido solforico con una esperienza diretta. Ad una soluzione satura a freddo di bitartrato di potassio ho aggiunto piccola quantità di abrastolo, poi alla soluzione ho aggiunto della chinidina, in eccesso, scaldando leggermente, ed ho filtrato: al filtrato il quale, se nella soluzione era contenuto dell' acido solforico libero, si doveva trovare del solfato di quella base, ho aggiunto 8 cm^3 di cloroforme e poi tanto alcol anidro, quanto era necessario per sciogliere il cloroformio, ed infine, senza agitare, tanta acqua, quanta era necessaria, per la totale precipitazione del cloroforme, che, separato e filtrato, evaporai a secchezza; il residuo ripresi con acqua, filtrai di nuovo, ed al filtrato aggiunsi acido nitrico e cloruro di bario, senza ottenere il benchè minimo intorbidamento, come sarebbe avvenuto, se nel prodotto della reazione fra il cremortartaro e l' abrastolo si fosse trovato dell' acido solforico libero, poichè, questo combinato colla chinidina, avrebbe dovuto trovarsi disciolto nel cloroforme separato dal liquido alcolico per l' aggiunta di acqua.

Ma ammesso pure, ciò che non è possibile, che tutto l' abrastolo, che si suole aggiungere ai vini (gr. 0,2 per litro) subisse tale decomposizione, e che tutto il gruppo solforico (SO^3H) si trasformasse in acido solforico, la quantità di questo, che si ren-

(1) C. R. CXVIII. 8 Gen. 1894.

derebbe libero sarebbe di circa gr. 0,09 per litro, quantità talmente piccola da riescire affatto innocua.

L'uso adunque dell'abrastolo per la conservazione e chiarificazione dei vini non può essere condannato per ragioni igieniche, solo si può fare ad esso, come a tutti i correttivi innocui dei vini, l'osservazione, che se si ricorre ad esso per l'indicato scopo, ciò prova, che i vini ai quali lo si aggiunge, sono vini difettosi, i quali non posseggono per se stessi gli elementi di conservabilità.

Premesse queste nozioni relative alle reazioni, che avvengono fra l'abrastolo e il vino, alla sua azione antisettica e conservatrice di questa bevanda alcolica, e alla sua completa innocuità per la salute di coloro che fanno uso di vini abrostolati, ora mi occuperò di qualcuno dei caratteri di quel derivato del β-naftolo, delle sue reazioni e dei mezzi più adatti per estrarlo dai vini in condizioni per essere poi col mezzo di queste riconosciuto.

L'abrastolo commerciale non è mai puro; è per lo più colorato più o meno in giallo, talvolta in giallo-bruno. L'unico mezzo per decolorarlo è il carbone animale. Si potrebbe ottenerlo più bianco e più puro operando nel modo seguente. L'abrastolo non è precipitato dalla maggior parte dei composti salini dei metalli terralcalini e pesanti. Solo l'acetato basico di piombo lo precipita dalle sue soluzioni. Ora se si lava il precipitato piombico, per l'eliminazione del calcio, e poi lo si sottopone all'azione dell'acido solfidrico, e se, dopo aver separato per filtrazione il solfuro di piombo, si concentri il filtrato, e il residuo si ponga in essiccatore, si otterrà cristallizzato in scagliette quasi incolore, e lucenti l'acido β-naftol-α-solforico. Facendolo poi reagire con carbonato di calcio, ottenuto per precipitazione, a lieve calore fino a che cessi l'effervescenza, e filtrando si otterrà una soluzione, che, convenientemente evaporata, darà l'abrastolo pochissimo colorato e quasi puro. Non è però a tacersi che il composto di piombo dell'abrastolo non è affatto insolubile nell'acqua, per cui per le prolungate lavature del precipitato piombico per liberarlo totalmente dalla calce, se ne perdono piccole quantità.

Molte sono e assai sensibili le reazioni cromatiche dell'abrastolo. Alcune sono note da tempo: tali sono: 1° quella che ha luogo col cloruro ferrico, il quale nelle soluzioni dell'abrastolo produce colorazione azzurra. Questa reazione fu da me trovata sensibile fino a scoprire quella sostanza in una soluzione al $1/_{1000}$: Essa però non può essere utilizzata quando si tratta di applicarla alla sua ricerca nei vini. In questi, com'è noto, si trovano tartrati (bitartrato di potassio, tartrato di calcio, tartrato di ferro). Ma quando si acidificano i vini con acido cloridrico, per render libero dallo abrastolo l'acido β-naftol-α-solforico, per poi asportarlo con etere, si rende libero anche l'acido tartarico, il quale, passando anch'esso all'etere, impedisce la reazione fra quell'acido e il cloruro ferrico. Inoltre nei vini si trovano anche acido acetico e citrico, i quali anch'essi passano all'etere ed impediscono detta reazione. Quindi è che, trattandosi della ricerca dell'abrastolo nei vini mediante estrazione con etere, per il suo riconoscimento si ricorrerà a qualcuna delle reazioni, di cui dirò più avanti.

Se, dopo aver ottenuta la colorazione azzurra col percloruro ferrico, si evapora il liquido, la colorazione azzurra scompare, e sottentra una colorazione gialla sporca: ma evaporando a secchezza, si ottiene una colorazione azzurro-bruna intensa. Con questa modificazione all' anzidetta reazione, da me introdotta, si può scoprire l' abrastolo in cm^3 1 di soluzione di abrastolo al $1/_{1000}$.

2° Altra reazione già nota è quella che si manifesta, aggiungendo alle soluzioni di abrastolo una soluzione di nitrato mercurico, il quale dovrebbe svolgervi colorazione rossa. Invece io ho osservato, che operando a freddo non si svolge colorazione di sorta, mentre scaldando si ha colorazione giallognola ed evaporando poi a secchezza si ottiene un residuo di color rosso intenso, il quale per ulteriore riscaldamento passa al giallo. In queste condizioni la reazione è sensibile anche con gr. 0,0001 di abrastolo.

3° Era parimenti noto, che trattando l' abrastolo con acido nitrico concentrato, esso vi si discioglie con colorazione gialla. Si può però modificare utilmente questa reazione, evaporando la soluzione nitrica a secchezza e facendo cadere sul residuo giallo una goccia di soluzione di solfato ferroso o di solfato ferroso-ammonico, la quale fa svolgere colorazione verde-azzurra intensa, simile a quella dell' azzurro di Berlino, colorazione, che per aggiunta di ammoniaca passa al nero-violaceo: operando così si può scoprire persino gr. 0,0001 di abrastolo. A queste reazioni note si possono aggiungere anche le seguenti da me trovate in questo studio.

4° Se si evapora a secco cm^3 1 di soluzione al $1/_{10.000}$ di abrastolo e al residuo si aggiunge acido solforico concentrato o acido fosforico e aldeide formica, si svolge una bella fluorescenza verde (1).

A queste reazioni note si debbono aggiungere le seguenti da me trovate:

5° È veramente bella la reazione, che ha luogo impiegando invece del nitrato mercurico il mercuroso. Evaporando a secco cm^3 1 di soluzione di abrastolo anche al $1/_{10.000}$, alla quale furono aggiunte alcune goccie di soluzione di nitrato mercuroso, si manifesta una splendida colorazione rosso-violetta; aggiungendo potassa caustica al prodotto della reazione, e separando mediante filtrazione l' ossidulo mercuroso, il filtrato è giallo.

6° Bella fluorescenza azzurra manifestasi quando ad una soluzione diluita di abrastolo anche al $1/_{10.000}$ si aggiunga una soluzione alcalina di soda o di potassa caustiche.

7° Se ad una soluzione al $1/_{1000}$ di abrastolo si aggiunga acqua di cloro e poi ammoniaca, ha luogo una bella colorazione verde e fluorescenza azzurra.

8° Evaporando a secco cm^3 1 di soluzione al $1/_{10.000}$ di abrastolo, aggiungendo al residuo una goccia di soluzione di nitrato potassico e poi acido solforico concentrato in eccesso, si ha color rosso intenso, che sulle pareti della capsulina, in cui si opera, passa al violetto.

---

(1) Recentissimamente Giovanni Salomone nel giornale di Farmacia (mese di Novembre pagina 481) ha proposto come nuovo reattivo l'acido nitrico fumante giallo, della densità di 1,48; col quale l'abrastolo assumerebbe una bella colorazione rosso-rubino, sensibile ancora in una soluzione al $1/_{300.000}$. L'acido nitrico non giallo privo di vapori nitrosi da solo colorazione gialla, come si disse e come era già noto.

9° Aggiungendo a quantità piccolissima di abrastolo una goccia di soluzione di nitrito di potassio, ha luogo una colorazione gialla, che, evaporando a secco, passa a color verde-prato e infine per aggiunta di acido solforico a colorazione rosso sanguigna.

10° Allorquando a soluzione diluita di abrastolo aggiungasi soluzione di acido picrico, e qualche goccia di soluzione di nitrito potassico, ha luogo lieve intorbidamento (dovuto probabilmente a picrato potassico): però scaldando si svolge bella colorazione verde, la quale per aggiunta di acido solforico concentrato passa al rosso-roseo.

11° Scaldando leggermente il residuo dell'evaporazione di cm^3 1 di una soluzione al $1/_{1000}$, ed anche al $1/_{10.000}$ di abrastolo, con qualche goccia del reattivo del Fröhde si ha colorazione azzurra: si manifesta invece colorazione verde-azzurra, impiegando nelle medesime condizioni il reattivo del Mandelin (acido vanadin-solforico).

12° Piccola quantità di abrastolo (gr. 0,001) si può scoprire operando nel modo seguente. Si mescola intimamente l'abrastolo, se solido, oppure il residuo della evaporazione della sua soluzione con un po' di polvere finissima di porcellana, s'introduce il miscuglio entro piccolo tubo d'assaggio, e su di esso si fa cadere un piccolo pezzetto di sodio metallico, procurando che prenda il maggior contatto possibile col miscuglio: indi si scalda al rosso e dopo raffreddamento si riprende il residuo con poca acqua, tenendo il tubettino sopra una piccola capsula per ricevere la soluzione in caso di rottura del tubetto, in seguito alla reazione viva, che di solito ha luogo fra l'acqua e il sodio residuo; si filtra e nel filtrato si versa qualche goccia di acido cloridrico, che svolgerà acido solfidrico; nello stesso filtrato una traccia di nitroprussiato sodico produrrà colorazione violetta, e una goccia di soluzione di ossalato d'ammonio darà origine ad intorbidamento, che scomparirà coll'acido cloridrico, ma non coll'acido acetico, mentre nel medesimo anche il cloruro di bario produrrà intorbidamento, che non scomparirà per aggiunta di entrambi gli acidi.

13° Piccole quantità di abrastolo (gr. 0,001) si potranno scoprire, scaldandole al rosso, riprendendo il residuo con poca acqua, filtrando e cimentando il filtrato coll'ossalato d'ammonio che vi produrrà precipitato bianco solubile nell'acido cloridrico, insolubile nell'acido acetico, mentre nel medesimo il cloruro di bario produrrà precipitato insolubile in detti acidi.

14° Come già accennai, le soluzioni di abrastolo sono precipitate dall'acetato basico di piombo. Filtrando il liquido, che contiene l'acetato di piombo e scaldandone una porzione con nitrato mercuroso non si ha più la bella colorazione rosso-violetta, su indicata: si ha invece una colorazione nera con formazione di specchio metallico, colorazione e specchio dovuti a piombo metallico. La riduzione dell'acetato di piombo è probabilmente dovuta all'azione riduttrice del nitrato mercuroso.

15° Se dopo aver trattato la soluzione dell'abrastolo con eccesso di acetato basico di piombo e avere precipitato quest'eccesso con gas solfidrico, e separato per filtrazione il solfuro di piombo, si aggiunga al filtrato del solfuro di ammonio, si ha colorazione verde.

16° L'acido nitrico concentrato colora in bruno l'abrastolo: poi la soluzione ni-

trica acquista color rosso-sangue: evaporando a secco la soluzione, il residuo ha color rosso-ranciato, il quale colla soda caustica passa al verde-bruno intenso e poi al bruno: evaporando a secco il liquido alcalizzato, scaldando il residuo a fusione e sinchè diventi incoloro, riprendendolo con acido nitrico ed infine cimentando la soluzione filtrata con cloruro di bario, si ottiene precipitato di solfato baritico. Inoltre se si tratta il liquido colorato in verde-bruno, ottenuto, trattando con soda caustica il residuo della evaporazione della soluzione nitrica dell'abrastolo, di color rosso-ranciato, con acido solforico concentrato si svolge bella colorazione rossa.

17° Infine una proprietà dell'abrastolo, che può essere utilizzata pel suo riconoscimento è quella di intorbidare e precipitare le soluzioni degli alcaloidi. Già fin dal 1894 Edhem Ismail di Salonicco (1) aveva richiamato, l'attenzione dei Chimici sulla incompatibilità fra l'abrastolo e i sali di chinina. Controllando questa asserzione l'ho trovata conforme al vero. Se nonchè questa incompatibilità non è esclusiva pei sali di chinina, poichè come risulta da mie esperienze è condivisa con molte altre basi vegetali. Infatti le soluzioni di abrastolo intorbidano e precipitano anche le soluzioni di atropina, codeina, morfina, chinidina, cinconidina, omatropina, apomorfina, cocaina, stricnina, veratrina, aconitina, delfinina, papaverina, idrastina, narcotina, eroina e tassina. Non sono precipitate le soluzioni di caffeina, teobromina, colchicina, brucina, la quale così viene a distinguersi dalla stricnina, che invece è precipitata, di pseudopellettierina e pilocarpina. Cosicchè nell'abrastolo si ha un nuovo reattivo generale degli alcaloidi, essendone da esso precipitati molti, e un mezzo di distinzione fra questi e fra quelli che non ne sono precipitati. Le soluzioni di sparteina sono pur esse precipitate, e il precipitato è di color verde-azzurro. Inoltre alcuni dei precipitati sono solubili in eccesso di soluzione alcaloidea: tali sono quelli di aconitina, delfinina, papaverina, idrastina, narcotina e di eroina. Niuno dei precipitati è cristallino.

Molte adunque sono le reazioni, per mezzo delle quali si può riconoscere l'abrastolo. Se non che per riconoscerne la presenza nei vini, è necessario prima estrarnelo in condizioni di purezza tale da potere ad esso applicare qualcuna delle più sensibili di dette reazioni con risultato sicuro.

Tutti i metodi d'estrazione proposti sono essenzialmente fondati sull'uso di solventi non miscibili ai liquidi acquosi coi quali essi dibattonsi, e che, dopo dibattimento col liquido contenente l'abrastolo, evaporati, lo lasciano come residuo, nel quale poi lo si riconosce mediante qualcuna delle sue reazioni.

Alcuni autori e fra questi il Sanglè-Ferriere (1) per ricercare l'abrastolo nei vini, li sottopongono a prolungato riscaldamento con acido cloridrico, allo scopo di idrolisare l'acido β-naftol-α-solforico, rendendone libero il β-naftolo, che poi estraggono mediante dibattimento con un solvente non miscibile coi liquidi acquosi. Il citato autore consiglia l'uso della benzina nella proporzione di cm^3 50 per cm^3 200 di vino. Se non che per riconoscere l'abrastolo non è necessario decomporlo per renderne libero

(1) j. Phar. Chim. 1894 I. p. 77.

il β-naftolo e poi separare questo e riconoscerlo, poichè si può benissimo isolare dall' abrastolo l' acido β-naftol-α-solforico e riconoscerlo alle reazioni già indicate, senza bisogno di idrolisarlo. E non è inoltre assolutamente necessario acidificare il vino, poichè questo contiene naturalmente degli acidi liberi e in quantità sensibile del tartrato acido di potassio, i quali decompongono l'abrastolo rendendone libero l'acido β-naftol-α-solforico, che poi si può esportare dibattendo il liquido con qualcuno dei solventi non miscibili coll'acqua. Però l' aggiunta di qualche goccia di acido cloridrico non può nuocere, e potrebbe anzi essere necessaria, nei vini, i cui il cremortartaro e gli acidi naturali del vino fossero deficienti.

Altri, come il Bellier, (1) preferisce per l'estrazione dai vini l' uso dell' etere acetico, che secondo il citato autore scioglierebbe meglio l'abrastolo, e consiglia anche per lo stesso scopo l'alcol amilico: in entrambi i casi poi, secondo lui, sarebbe bene alcalizzare il vino per impedire il passaggio a quei solventi delle materie coloranti del vino. Il Pintus (2) si limita a decolorare il vino con carbone animale e nel vino così decolorato riconosce l'abrastolo mediante qualcuna delle sue reazioni. Eduard Spaeth (3) ricerca l'abrastolo nei sciroppi, alcalizzandoli con ammoniaca ed estraendo da essi l'abrastolo coll'alcol amilico. Anche il Gabutti (4) e il Carpenè (5) alcalizzano il vino con ammoniaca ed estraggono l'abrastolo coll' alcool amilico. Il già citato Sanglè-Ferreira per l'estrazione dai vini dell' abrastolo propone di acidificarli e di estrarre poi con etere solforico.

Volendo controllare questi metodi di estrazione dai vini dell' abrastolo, ho fatto prima esperienze per vedere quali fra i diversi solventi non miscibili all' acqua fossero atti a sciogliere l'abrastolo ed in quale misura, e fossero perciò capaci di asportarlo dai vini. Ed ecco i risultati di queste esperienze:

1° *L'etere di petrolio* non esporta affatto dalla soluzione acquosa l' abrastolo. Il medesimo solvente dalla soluzione acquosa acidificata ha estratto quantità piccolissima di acido β-naftol-α-solforico, la cui presenza nel residuo dell' evaporazione dell' etere fu dimostrata col nitrato mercuroso, che ha dato origine a debolissima colorazione rossa, ma non potè essere dimostrata col cloruro ferrico.

2° Anche *l'etere solforico* dalla soluzione neutra di abrastolo ne estrae quantità piccolissime, poichè il residuo dell' evaporazione di esso intorbida appena coll' ossalato d'ammonio e non dà la reazione col nitrato mercuroso e col cloruro ferrico. Nella soluzione acidificata con acido cloridrico esporta piccole quantità di acido β-naftol-α-solforico, che evaporando l'etere rimane sotto forma di goccioline brune, che coll' acqna danno soluzione di reazione acida, la quale dà distinta la reazione col nitrato mercu-

(1) j. Pharm chim. 1894, I. p. 85.
(1) j. Pharm. chim. 1895. I. p. 298.
(2) Stazioni agrarie italiane 33, 274-277.
(3) Z. untersuchung Narh-Genusmit 4, 920-930.
(4) Stazioni agrarie italiane 37, 234-237.
(5) Enotecnico Ann. II. 1893, N° 14, p. 214.

roso, non però quella col cloruro ferrico. La quantità di detto acido, che passa all'etere, è piccola assai.

3° *L'alcol amilico* è quello fra i solventi non miscibili all'acqua, che estrae dalla soluzione di abrastolo la quantità più grande di questo composto, tanto che dal residuo dell'evaporazione si possono ottenere in modo distintissimo la reazione col nitrato mercuroso, col cloruro ferrico, coll'ossalato d'ammonio e con altri dei citati reattivi. Anche dalla soluzione acquosa acidificata l'alcol amilico estrae una quantità dell'acido dell'abrastolo molto più abbondante, del quale si possono ottenere in modo distintissimo le reazioni su accennate. Il residuo dell'evaporazione è però molto colorato.

4° *L'etere acetico* fra i solventi non miscibili all'acqua, è quello che, dopo l'alcol amilico, scioghe, asportandola dalla soluzione neutra, maggior quantità di abrastolo e di acido β-naftol-α-solforico della soluzione acidificata; e quindi dai residui dell'evaporazione di esso ottengonsi in modo evidentissimo le reazioni di quei composti.

5° *L'etere amilacetico* esporta piccola quantità di abrastolo dalla soluzione neutra e quindi dal residuo dell'evaporazione si ottengono assai deboli le reazioni più volte ricordate. Molto più grande è la proporzione di acido β-naftolo-α-solforico che si estrae con esso dalla soluzione di abrastolo acidificata: ma il residuo dell'evaporazione è molto colorato e tanto che le reazioni cromatiche dell'acido su detto vengono mascherate e riescono difficilmente avvertibili.

6° Il *cloroforme* tanto dalla soluzione acquosa neutra, quanto dalla soluzione acidificata dell'abrastolo ne estrae piccolissima quantità, tanto da non potere ottenere la reazione col cloruro ferrico e da ottenere oltremodo debole quella col nitrato mercuroso. Se non che impiegando il cloroforme in un modo analogo a quello da me proposto, per dimostrare la presenza dell'acido solforico nei vini e del quale feci cenno antecedentemente, allora esso acquista potere solvente maggiore verso l'abrastolo. Ecco come conviene operare. Alla soluzione acquosa di abrastolo aggiungonsi 10-15 cm^3 di cloroforme, secondo il volume di questa soluzione e poi tanto alcol concentratissimo, quanto ne occorre per sciogliere il cloroforme, e infine tanta acqua quanta è necessaria per precipitarlo totalmente. Questo, separandosi, trascina con se dell'alcol e dell'acqua, che ne aumentano il volume e il potere solvente verso l'abrastolo, il quale in quel miscuglio idralcolico-cloroformico si trova disciolto in proporzione maggiore. Quindi è che separando lo strato idralcolico-cloroformico con pipetta, filtrandolo per carta a più doppî ed evaporandolo si ottiene un residuo di abrastolo tale da potere ottenere in modo oltremodo evidente la maggior parte delle sue reazioni.

Ho sperimentato anche il potere solvente dello *xilolo*, del *toluolo*, e del *solfuro di carbonio*, dibattuti con soluzioni tanto neutre che acidificate di abrastolo; ma le quantità che di questo, col mezzo loro, si possono separare sono minime e tali da non potere ottenere in modo evidente le più sensibili delle sue reazioni.

Dall'esame comparativo del potere solvente verso l'abrastolo dei varî veicoli non miscibili coll'acqua, mi è risultato che quelli che nè esportano una quantità maggiore sono l'alcol amilico, l'etere acetico e il cloroforme, impiegato nella maniera da me indicata.

Ora si trattava di vedere se questi solventi quando vengono impiegati per estrarre l'abrastolo dai vini, non portano seco anche le loro materie coloranti, per modo che evaporandone le loro soluzioni, si ottengano poi dei residui tanto colorati da non potere in essi riconoscere l'abrastolo alle principali sue reazioni cromatiche.

Nel timore che questa possibilità diventasse realtà, ho fatto precedere qualche esperienza per assicurarmi che il carbone animale, l'acetato di piombo e l'acido solfidrico (impiegato successivamente per preliminare l'eccesso di piombo) di cui avessi fatto uso, per liberare gli estratti ottenuti dai vini dalle materie coloranti di questo, quando fossero passate ai solventi, insieme a queste non trattenessero anche l'abrastolo. A questo scopo ho sciolto gr. 0,001 di abrastolo in poca acqua, ho aggiunto alla soluzione piccola quantità di acetato neutro di piombo, il quale non vi ha prodotto il benchè minimo intorbidamento, poi vi ho fatto gorgogliare gas solfidrico fino a rifiuto, ho filtrato e poi concentrato il liquido, dal quale ho ottenuto le due belle reazioni cromatiche, una col nitrato mercuroso, che ha prodotto in modo distinto la bella colorazione violacea, e l'altra consistente nella trasformazione del gruppo solfonico dell'abrastolo col mezzo del sodio in solfato, che fu riconosciuto in modo evidentissimo col nitroprussiato di sodio. Esperienza simile eseguì col carbone animale con eguale risultato. Convinto per mezzo di queste esperienze preliminari che l'acetato di piombo, seguito dall'impiego del gas solfidrico come pure il carbone animale non avrebbero cagionato perdita di quantità anche piccolissima di abrastolo, quando avessi dovuto ricorrere al loro uso, procedetti all'estrazione di esso mediante l'alcol amilico da un vino che, ne conteneva gr. 0,1 $^0/_0$. Ne presi 25 cm^3 contenenti gr. 0,025 di abrastolo, li alcalizzai con ammoniaca e li dibattei con volume eguale di alcol amilico: separato questo ed evaporato ottenni un residuo assai colorato, che trattai con acetato di piombo e, dopo filtrazione, con acido solfidrico: il filtrato incoloro, evaporai a secco, dal nuovo residuo non affatto incoloro, ottenni le due reazioni su accennate col nitrato mercuroso e col sodio metallico. Risultato migliore ottenni alcalizzando con potassa caustica cm^3 25 dello stesso vino abrastolato, concentrandolo sino a riduzione del $^1/_3$ del volume primitivo, aggiungendo eguale volume di cloroformio, e alcol fino a soluzione di questo, e poi acqua fino a totale precipitazione del medesimo, ed evaporando l'estratto alcolico-cloroformico a secco, che lasciò per residuo l'abrastolo pochissimo colorato ed in condizioni per essere ben riconosciuto colle sue reazioni. Ma il metodo che mi ha dato risultato ancora migliore fu il seguente. Alcalizzai 25 cm^3 dell'anzidetto vino con potassa caustica, evaporai a consistenza estrattiva, avendo l'avvertenza, se l'estratto non aveva colore verd'azzurro, ma rosso, di aggiungere altra potassa: e poi ripresi il residuo con forte volume di alcol anidro agitando: decantato l'estratto alcolico lo versai in un bicchiere sciolsi in poca acqua la parte rimasta indisciolta, e l'esaurì con nuovo alcol anidro, e unì la nuova tintura alcolica alla precedente e lasciai il tutto in riposo finchè il liquido alcolico fosse divenuto affatto limpido; lo filtrai, il filtrato evaporato lasciò un residuo alquanto colorato: aggiunsi alla soluzione di questo l'acetato neutro di piombo, filtrai, dal filtrato eliminai il piombo coll'acido solfidrico, filtrai di nuovo, e il filtrato evaporai a secco, ottenendo un residuo quasi senza colore

dal quale ottenni splendida la colorazione violetta col nitrato mercuroso, e intensa la colorazione gialla del filtrato per aggiunta di potassa caustica, e bella colorazione verde con fluorescenza della soluzione dopo aggiunta di acqua di cloro e di ammoniaca e marcatissima la fluorescenza azzurra, dopo aggiunta di potassa caustica, alla soluzione acquosa del residuo.

MASTODONTI

DEL

MUSEO GEOLOGICO DI BOLOGNA

II.

MEMORIA

DEL

Prof. Sen. GIOVANNI CAPELLINI

(letta nella Sessione del 29 Marzo 1908)

MASTODONTI DELL' ASTIGIANO

Nel gennaio 1890 S. E. Paolo Boselli Ministro della Istruzione pubblica, mi incaricava di visitare in Torino la collezione di animali fossili dell'Avv. Filippo Cantamessa e di riferirgli intorno alla loro importanza e al loro valore venale.

In adempimento dell' onorevole e ben gradito incarico, verso la metà di aprile informavo S. E. il Ministro, che tra i molti avanzi di vertebrati fossili raccolti ed acquistati dal Signor Cantamessa in Piemonte e in Toscana, meritavano particolare attenzione quelli che si riferivano a tre Mastodonti provenienti dal Pliocene dell'Astigiano.

Di questi interessandomi in modo particolare, facevo voti perchè potessero essere acquistati per un museo italiano, dichiarandomi ben disposto a contribuire anche con la meschina dotazione dell' Istituto geologico, qualora, ad incremento della ricca collezione nostra paleontologica, fosse assicurato anche quel prezioso materiale.

Quel voto essendo stato favorevolmente accolto e, rapidamente, essendosi potuto risolvere tutte le piccole difficoltà relative al prezzo e alle modalità del pagamento, nei primi giorni del giugno (1890) facevo trasportare a Bologna ben trenta grandi casse nelle quali, coadiuvato dai preparatori Bercigli e Agostini che avevo meco condotti a Torino, io stesso avevo riposta la intera raccolta dei vertebrati fossili dell'Avv. F. Cantamessa.

L'Avv. Cantamessa aveva tentato di restaurare, come meglio era possibile, talune di quelle ossa; ma per queste fu ancora più difficile il paziente lavoro cui dovetti assoggettarmi per riescire a preparare i resti dei Mastodonti, in guisa da giustificarne la reale importanza.

In generale, per le ossa che si trovavano tuttavia incrostate o protette da sabbie, agglutinate, il lavoro riescì meglio e più agevole; perchè a mano a mano, che venivano messe allo scoperto, si procedeva alla loro consolidazione e ai necessarii restauri, senza che avvenissero abrasioni e maggiori guasti. Quando tutte le ossa furono restaurate, poichè di uno degli esemplari mi fu possibile di raccappezzare la parte più notevole ed importante dello scheletro, pensai anche alla relativa montatura e armatura, affinchè della figura e delle proporzioni del *Mastodon arvernensis* si avesse pure una idea esattissima, quale solo si poteva desiderare da una ricostruzione con elementi spettanti ad uno stesso individuo.

Tracciata così, brevemente, la storia degli importantissimi avanzi dei Mastodonti piemontesi che oggi si ammirano nel Museo di Bologna, dopo avere accennato, nella precedente memoria, quali altri sparsi resti dello stesso genere provenivano pure dalla collezione Cantamessa, dirò da prima dello scheletro del *Mastodonte di Cinaglio,* già fatto conoscere dallo scopritore con una Memoria pubblicata nel 1891, poscia tratterò del superbo cranio scavato a Cà dei Boschi e da ultimo del quasi completo scheletro proveniente esso pure da *Cà dei Boschi in Valle Andona.*

I.

MASTODONTE DI CINAGLIO

Mastodon arvernensis Croizet et Job.

Nel gennaio 1884 Galileo Ferraris, comunicava alla R. Accademia delle Scienze di Torino una lettera dell'Avv. F. Cantamessa sul rinvenimento di avanzi di un *Mastodonte* a Cinaglio d'Asti (1).

Il Signor Prospero Briccarello aveva informato l'Avv. Cantamessa che, in un fosso della vecchia strada di Cinaglio a undici chilometri da Asti, vi erano molti frammenti di ossa fossili. Recatosi sul posto e fattosi indicare d'onde provenivano queste ossa rotte, in una vigna in regione Vigagno trovò ossa in posto dello stesso animale, ne intraprese la escavazione e riescì a scoprire la mandibola per la quale potè accertarsi che si trattava di resti di un mastodonte.

Quando il Cantamessa mandava la sua lettera all'Accademia (27 genn. 1884) aveva dovuto sospendere le sue ricerche per inibizione avuta dal proprietario della vigna, ed avendo ricorso all' autorità giudiziaria aspettava la relativa sentenza.

Appianate tutte le difficoltà e raccolto quanto gli riescì di trovare ancora dello scheletro dell' importante proboscidiano, il Cantamessa si occupò di restaurare alcune di quelle ossa come meglio seppe e potè e ne intraprese amorevolmente la deter-

(1) Atti della R. Accad. delle Sc. di Torino Vol. XIX p. 242. — Torino 1884.

minazione e lo studio; ma trascorsi appena sei anni egli, dopo avere inutilmente offerto al museo di Torino la sua collezione di fossili, rivolse il pensiero a Bologna e, con gli altri resti di vertebrati, anche quelli del Mastodonte di Cinaglio furono assicurati al nostro museo.

Per quel Mastodonte, lo scopritore aveva preparato una memoria che fu poi pubblicata dalla R. Accademia delle Scienze di Torino (1) e ad essa mi riferirò per dire, più brevemente, di quanto è da notare in questo scheletro pur troppo molto incompleto. In quella Memoria, pubblicata nel Tomo XLI, Serie II, l'Avv. Cantamessa descrive minuziosamente le varie parti dello scheletro del Mastodonte di Cinaglio, confrontandole con quelle del Mastodonte di Dusino illustrato da Eugenio Sismonda trentotto anni prima nei volumi delle Memorie della stessa R. Accademia di Torino (2), incominciando dalla mandibola della quale mette in rilievo la particolare importanza per la bella conservazione della sinfisi la quale ci permette di apprezzarne la vera forma un poco diversa da quella degli elefanti e inoltre per le indubbie tracce alveolari delle zanne o incisivi inferiori, sospettate ma non prima indubbiamente riscontrate nella specie *M. arvernensis.*

La permanenza dei penultimi molari già molto logori, mentre gli ultimi molari cominciavano appena a entrare in funzione con la collina anteriore, ci permette di concludere che il Mastodonte di Cinaglio il quale, per dimensione, supera tutti gli esemplari della stessa specie finora osservati, era perfettamente adulto ma non vecchio, perchè in tal caso si sarebbero trovati soltanto gli ultimi molari. Di questa mandibola, che il Cantamessa ha anche illustrato con due tavole in fototipia, ho creduto opportuno di dare una figura, per la quale si possa convenientemente apprezzare quanto si riferisce alla sinfisi ed alla dentizione. (V. fig. I. Tav. I.)

Misure accurate e minuziose si possono riscontrare nella già più volte ricordata Memoria nella quale, di questa parte dello scheletro, è detto diffusamente e quasi esclusivamente.

Del cranio propriamente detto non fu trovato alcun notevole avanzo se si eccettuano le apofisi stiloidi dei temporali destro e sinistro assai bene conservate; invece del rimanente dello scheletro si hanno resti sufficienti per poterlo ricomporre e per fare all' uopo studi comparativi tra questo e gli altri avanzi di Mastodonti arvernensi del Piemonte e della Toscana.

L' atlante e l' asse sono assai bene conservati e parimenti la terza vertebra cervicale; della quarta e quinta si hanno soltanto gli archi neurali, della sesta vi ha il corpo e mancano tutte le apofisi, mentre la settima cervicale è sufficientemente ben conservata. Per tutto il resto della colonna vertebrale si hanno gli avanzi di una die-

(1) Cantamessa Filippo — Il Mastodonte di Cinaglio d'Asti ed il *Mastodon (Tetralophodon) arvernensis* Osteografia ed osservazioni. — *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino.* — Serie II T. XLI, Torino 1891.

(2) Sismonda E. — Osteografia di un Mastodonte angustidente. — *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino.* — Serie 2. T. XII. Torino. 1852.

suo posto, per modo che il cranio di Cà dei Boschi può considerarsi oggi come una delle meraviglie del museo geologico di Bologna (Tav. I Fig. 3).

Il Cantamessa si era pure obbligato di farmi avere i frammenti di una zanna che allora si trovavano, per isbaglio, inventariati nella eredità del defunto capitano Bussone e allorquando, dopo molte difficoltà, potei ottenere quei frammenti in numero di tredici, ebbi dolorosamente a constatare che ne mancavano ancora per una lunghezza di oltre un metro.

La zanna ricomposta con questi resti provenienti dagli scavi Bussone - Cantamessa è la sinistra; mentre quella che in antecedenza era stata scavata dal Bussone, descritta dal Baretti come sinistra, in realtà è la destra e resulta di oltre dieci centimetri più lunga di quanto dal Baretti stesso era stata calcolata.

Restaurata la zanna sinistra e messa in posto, mi occorreva verificare se quella descritta dal prof. Baretti era realmente una zanna sinistra, nel qual caso non avrebbe potuto appartenere al cranio scavato posteriormente da Bussone e Cantamessa. A tal fine, preparato un calco del moncone destro, dal cranio ormai restaurato perfettamente, mi recai a Torino per esaminare la zanna scavata nel 1881, e poichè la frattura prossimale della medesima si adattava perfettamente a quella del frammento in posto del cranio restaurato a Bologna mi fu agevole di averla in cambio di fossili della torbiera di Trana che avevo pure dovuto acquistare dal Cantamessa insieme agli altri avanzi di vertebrati. Vi ha notevole differenza tra la curvatura della vera zanna sinistra, con ogni maggior diligenza restaurata, e quella della zanna destra restaurata nel 1887 dal Cav. Comba di Torino; ma la valentia di quell'esimio preparatore non mi permette di dubitare che vi sia stata alterazione, ed anche da un minuto esame ho dovuto convincermi che realmente il Mastodonte di Cà dei Boschi presentava una tale anormalità.

Due soli molari si trovano in questo esemplare e cioè i due ultimi dei quali l'animale poteva ancora giovarsi; essi sono nettamente costituiti da cinque stupende colline o gioghi, oltre il tallone posteriore, ciò che conferma le inesattezza della classificazione tra i *tetralofodonti*. Il molare destro ha un diametro antero-posteriore, ossia la lunghezza, di m. 0,20; il sinistro è appena tre millimetri più lungo.

Tutte le colline sono più o meno smussate, notevolmente le prime anteriori e soprattutto i tubercoli o mammelloni esterni. Il maggior diametro trasversale si nota nella collina anteriore e misura m. 0,085.

Confrontato con l'esemplare montato e quasi completo pure di Cà dei Boschi si osserva che il cranio del quale si tratta apparteneva a un individuo, non solamente assai più vecchio ma altresì alquanto più sviluppato, paragonabile forse al Mastodonte di Cinaglio, se pure non superava anche questo per le sue colossali dimensioni.

Questo cranio è indubbiamente il più bello, il più colossale tra tutti i resti di cranii di *M. arvernensis* che si conservano, non solamente nei musei italiani ma eziandio negli altri in Europa e, per la sua bella conservazione, è pure molto interessante per utili confronti e studi intorno alle particolarità del palato e delle coane.

III.

SCHELETRO MONTATO DEL MASTODONTE DI CÀ DEI BOSCHI

TAVOLA II.

Ed ora mi resta a dire di un altro esemplare di *Mastodon arvernensis* parimenti scoperto, or sono pochi anni, dal capitano Bussone a Cà dei Boschi in Valleandona a circa cinquanta metri di distanza dal cranio sopra descritto.

Anche questo scheletro fu scavato per cura e sotto la direzione dell'Avv. Cantamessa e sebbene, a prima vista, quelle ossa apparissero molto sciupate e da non poterne cavare buon partito, pure di esse principalmente mi interessai allorchè ebbi a trattare dell'acquisto della collezione Cantamessa, perchè pensai subito alla possibilità di una ricostruzione dell' intero animale. Quando ebbi tutto quell' ossario trasportato al museo di Bologna e subito cavato fuori dalle casse per assicurarmi che nulla avesse sofferto danni durante il viaggio, anzi tutto mi occupai di restaurare e solidificare le ossa spettanti a questo esemplare del quale lo scopritore intelligente si era particolarmente interessato, tenendo conto anche di minuti frammenti, prevedendone la grande importanza scientifica.

La maggior parte delle ossa erano avvolte da spessa crosta calcareo-marnosa, la quale valse a proteggerle dalla distruzione cui sarebbero state inevitabilmente esposte, in conseguenza delle condizioni del loro giacimento. Mia prima cura fu di studiare come avrei potuto agevolmente togliere la incrostazione impedendo ogni guasto, ogni abrasione nelle ossa le quali, appena scoperte, apparivano intatte e fresche, ma prontamente sfarinavano e si riducevano in polvere e minuti frammenti.

Con molta cura e pazienza mi accinsi a preparare io stesso quel prezioso materiale e, scoprendo le ossa a poco a poco e subito solidificandole superficialmente con silicato di potassa e poscia internamente con gelatina restituendo loro quanto avevano perduto per la fossilizzazione, riescii ad avere tutte quelle ossa spogliate dalle croste che le deformavano, perfettamente solidificate e restaurate per modo che mi fu possibile di pensare a montare lo scheletro che si ammira nella sala X del Museo, il primo ed unico per ora in tutti i musei del mondo.

L' armatura delle diverse ossa fu accuratamente studiata perchè venisse dissimulata quanto più fosse possibile e perchè, in pari tempo, ciascun osso potesse essere rimosso, per ragione di studio, indipendentemente senza difficoltà. Non fu possibile di evitare un certo numero di leggere colonnine per dare al colosso tutta la necessaria solidità,

Il classico lavoro di Eugenio Sismonda sulla Osteografia del celebre *Mastodonte arvernense* scavato a Dusino nell'Astigiano, precisamente nelle stesse condizioni geologiche di questo di Cà dei Boschi in Valleandona, mi ha fatto ritenere superfluo di fare una particolareggiata descrizione di tutte le ossa con le quali ho potuto ricostrurre lo splendido esemplare del museo di Bologna; mi limiterò quindi ad accen-

nare solamente alcune deficienze e nel tempo stesso a rilevare la bella conservazione di alcune parti del cranio e di altre ossa che possono interessare per utili confronti.

Nel cranio propriamente detto, mancano gli incisivi e per conseguenza ho dovuto fare con qualche approssimazione il collocamento in posto delle belle zanne le quali, sebbene mancanti di piccola porzione radicale o alveolare, hanno una lunghezza di m. 2,95. Come si rileva anche dalla figura, sono ben conservate le ossa mascellari e si trovano in posto il penultimo e l' ultimo molare di destra e di sinistra.

Il molare destro ha un diametro antero-posteriore di m. 0,17, le tre colline anteriori sono più o meno logorate, ma solamente le due prime sono smussate per essere da più tempo entrate in funzione. Il maggior diametro trasversale si verifica in corrispondenza della seconda e terza collina a partire dalla estremità anteriore e resulta di m. 0,076. Le stesse eseguite sul corispondente molare sinistro non sono riescite diverse per quel che riguarda la sua lunghezza, il portamento delle colline e relativi mammelloni ; ma quanto al diametro trasversale si nota una differenza abbastanza sensibile perchè resulta di m. 0,085. L' occipitale, il basilare e i temporali sono benissimo conservati; restano mozziconi delle apofisi zigomatiche e porzione del parietale sinistro. Il vertice del cranio che pure è ben conservato permette di poter valutare le misure della testa di questo esemplare e sarebbe agevole di ricomporre quanto ne manca. Dalla corona dell' ultimo molare sinistro al vertice del cranio si hanno m. 0,80.

Ho potuto restaurare la mandibola in guisa da renderla forse la meno incompleta di quante finora se ne conoscono. Infatti, ad eccezione della estremità della sinfisi che abbiamo riscontrata così perfettamente conservata nell' esemplare di Cinaglio e fatta astrazione dalla piccola porzione che manca nella branca ascendente sinistra, la mandibola del Mastodonte di Cà dei Boschi è completa e ne sono perfettamente conservati in posto i condili che d' ordinario mancano o si trovano rotti e da non poterli tornare al loro posto per essere stata rotta o stritolata la parte laminare molto sottile delle branche ascendenti.

A questa mandibola restano ancora soltanto gli ultimi molari ; del penultimo di destra devo dire che l' ultimo avanzo doveva essere caduto da tempo quando morì l' animale, perchè l' alveolo si trova quasi completamente obliterato. Per il lato sinistro penso che, quantunque non sia stato trovato il penultimo molare, non doveva esserne scomparso l' ultimo avanzo quando morì l' animale, poichè l' alveolo non è così obliterato da far ritenere che anche di questo dente fosse da tempo caduta l' ultima porzione.

Ed ora, istituendo qualche confronto con la superba mandibola del Mastodonte di Cinaglio è evidente che questo di Cà dei Boschi era molto più vecchio, quantunque di dimensioni alquanto inferiori ; basterà infatti di ricordare che nell' esemplare di Cinaglio gli ultimi molari sono ancora in parte nascosti entro i rispettivi alveoli e che dei penultimi restano ancora notevoli porzioni in posto, e neppure è ancora scomparso completamente alcuno dei tubercoli delle prime colline anteriori, sebbene profondamente logorati.

Per gli ultimi molari inferiori è da notare che, essendo quelli del Cinaglio lunghi m. 0,280, questi dell' esemplare di Cà dei Boschi sono lunghi appena 0,207. Per la rispettiva larghezza, limitandoci a confrontare la terza collina del molare sinistro si trova che, mentre nel Cinaglio è di m. 0,092, nel Cà dei Boschi è solamente di m. 0,077.

Tra le vertebre abbiamo l' atlante abbastanza ben conservato e parte della settima cervicale; le altre cinque intermedie non furono trovate o andarono disperse. Si contano in seguito altre 12 vertebre complete e 9 mancanti delle relative apofisi.

Si contano anche sei vertebrè caudali e giova osservare che queste d' ordinario non furono trovate, o raccolte, per nessuno degli scheletri di Mastodonti prima scavati in Italia.

Ben conservate e quindi facilmente restaurate si ammirano le scapole e, con pazienti cure, si riescì a liberare dalla roccia e ricomporre il bacino che dal Cantamessa era stato diviso in due parti per poterlo facilmente trasportare e, per buona fortuna, era stato lasciato entro notevole porzione delle sabbie argillose agglutinate che lo avvolgevano, ciò che valse ad impedirne il deperimento.

Tanto gli arti anteriori che i posteriori potei restaurare abbastanza bene, ma alcune parti di queste ossa presentano tracce di subita pressione e conseguenti fratture; non ho trovato la rotula del ginocchio destro che, per le notizie comunicatemi dal Cantamessa, pure doveva esistere; quella spettante al ginocchio sinistro è perfettamente conservata, ma non offre alcuna particolarità.

Ho potuto ricomporre le estremità anteriori, facendo modellare con la scorta dell' esemplare di Cinaglio poche ossa che mancavano per completarle; ho preferito di nulla aggiungere a quanto manca nelle estremità posteriori o piedi propriamente detti.

La maggior parte delle ossa del tarso e del metatarso sono rappresentate nel piede destro oppure nel sinistro.

Questo scheletro, il primo della specie che figura ricomposto, è riescito lungo m. 6,36 ed è alto m. 2,88. La lunghezza reale delle zanne è m. 2,95.

NOTA

Nella prima Memoria pubblicata nel 1907 Serie VI Tom. IV pag. 135 (Estr. p. 10) alla enumerazione dei modelli di *Mastodon Borsoni* si deve aggiungere:

Modello del 5° molare inferiore trovato nel 1821 a Monsorbi sulla sinistra dell'Arno a circa un miglio da Montevarchi e due miglia da S. Giovanni.

Donato dall'Accademia valdarnese nel 1908.

L' esemplare originale si trova nel Museo della R Accademia valdarnese Del Poggio a Montevarchi.

A pag. 140 (Estr p. 16) al n. 23 del *Mastodon arvernensis* occorre fare la seguente correzione:

L' esemplare originale raccolto a S. Maria a Levane sulla sinistra dell' Arno, si trova nel Museo della R. Acc. Valdarnese a Montevarchi.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Mastodon arvernensis Cr. et Job.

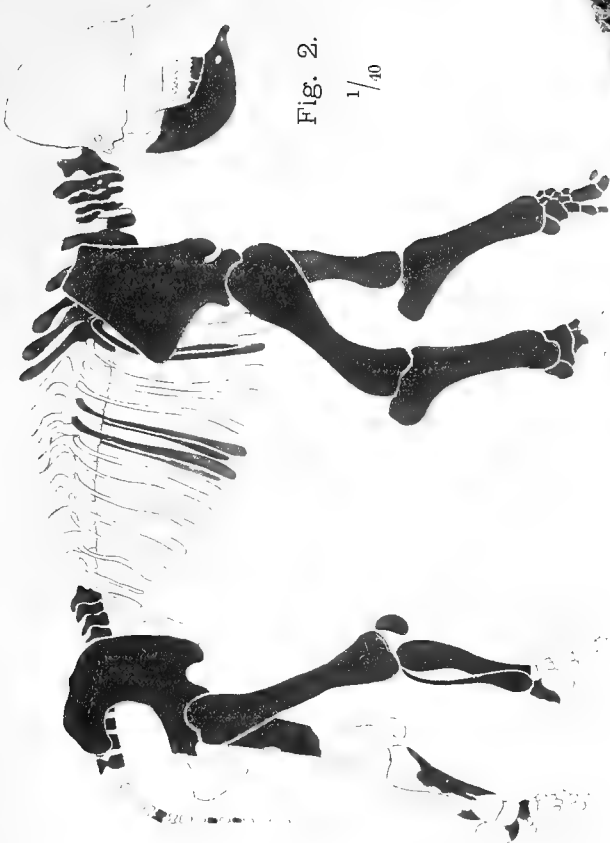
Fig. 1 — Mandibola del Mastodonte di Cinaglio d' Asti.

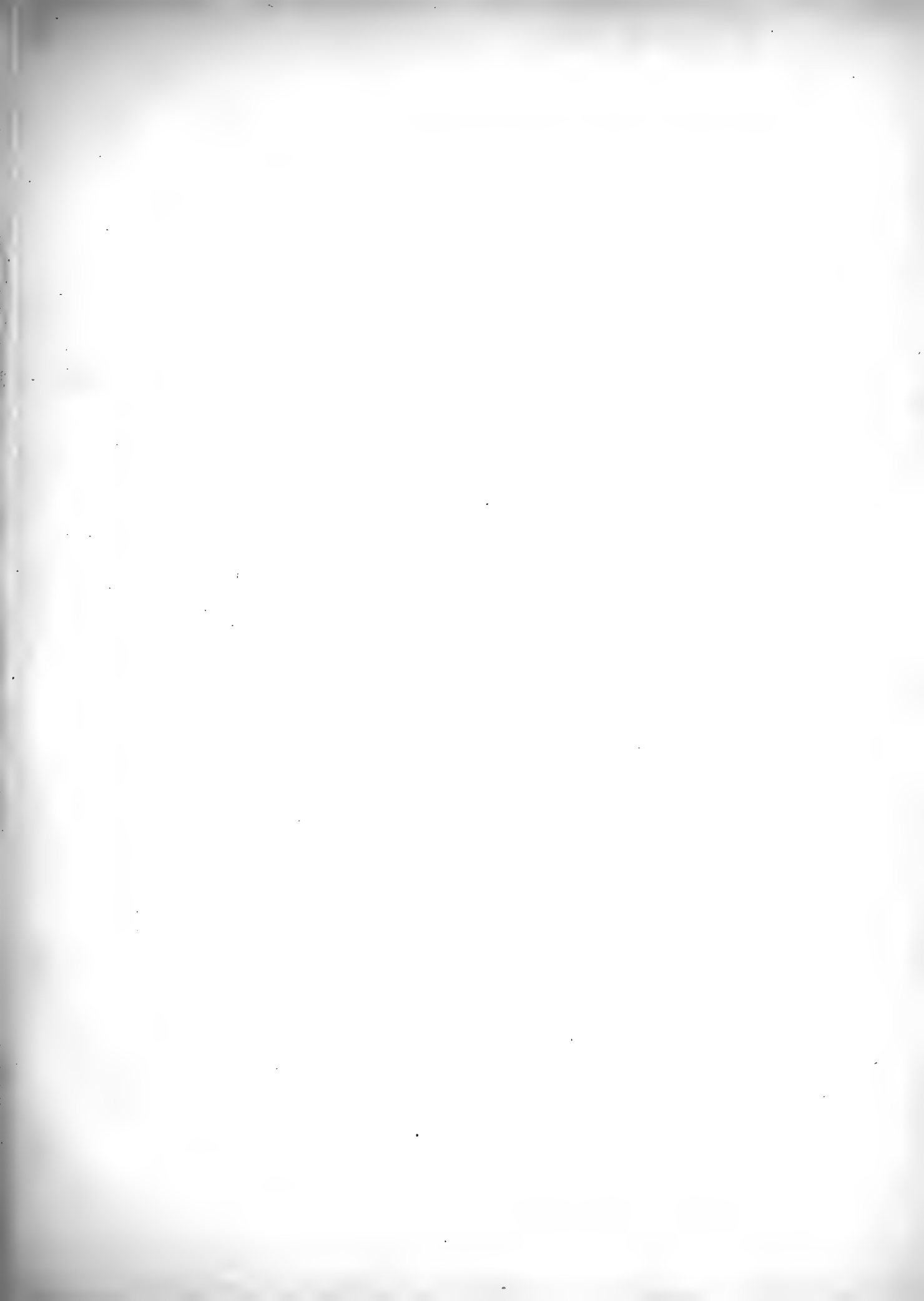
Fig. 2 — Ricomposizione dello scheletro del Mastodonte di Cinaglio, per apprezzare di un tratto quanto ne manca.

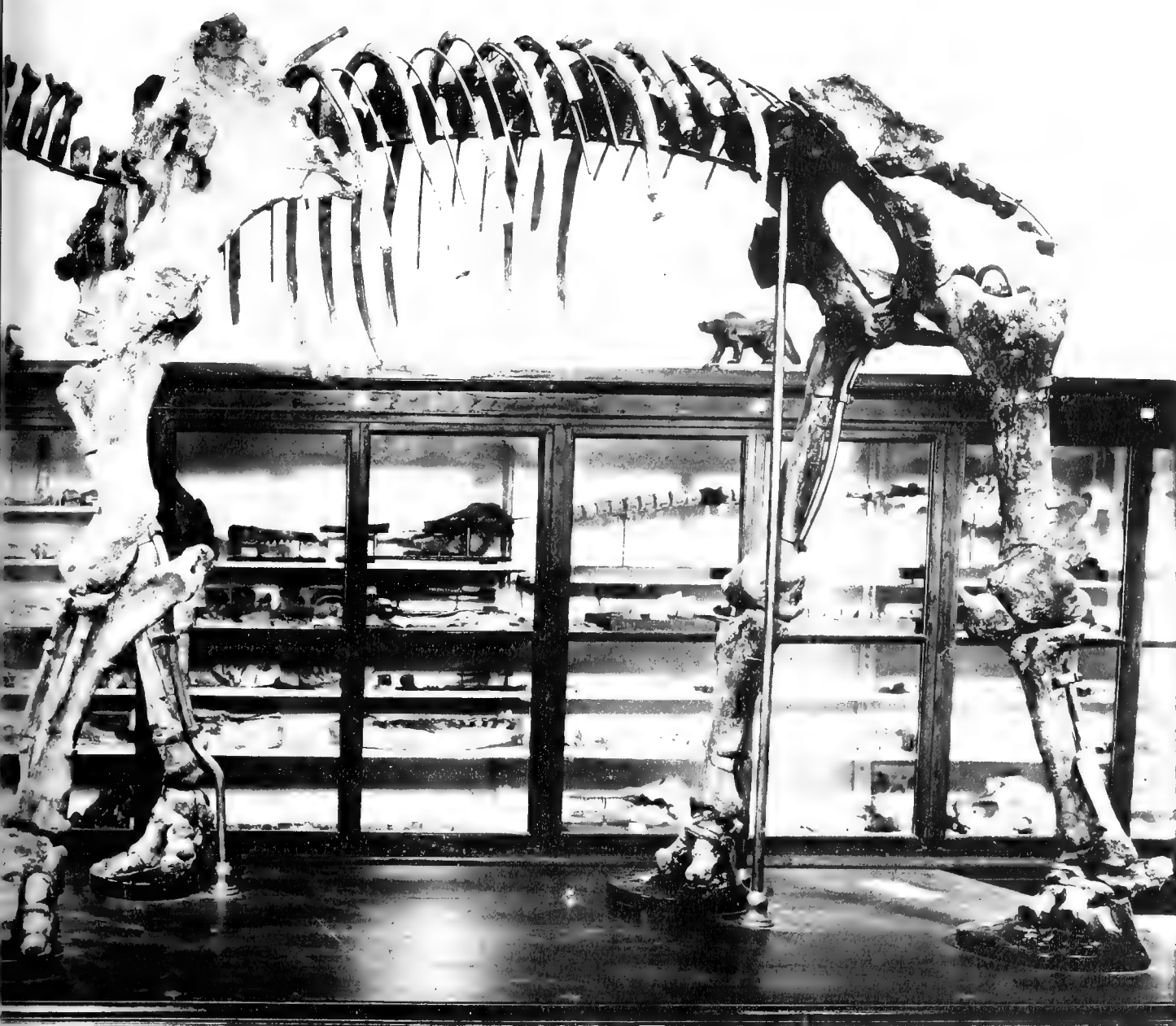
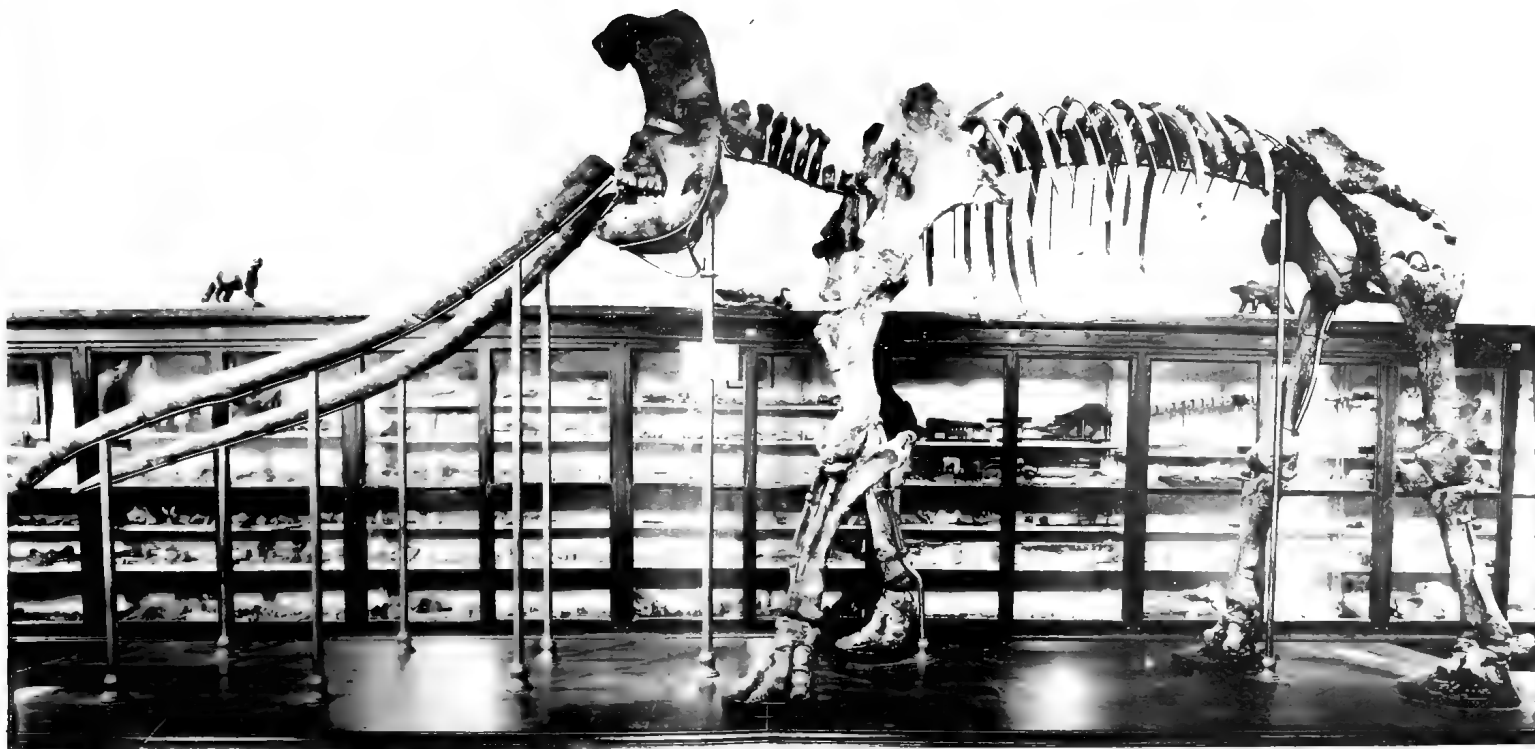
Fig. 3 — Cranio del Mastodonte di Cà dei Boschi.

TAVOLA II.

Mastodon arvernensis Cr. et Job.

Esemplare di Cà dei Boschi in Valleandona. — Nella Sala X del Museo Geologico di Bologna.

MASTODON ARVERNENSIS, Cr. et Job.

G. CASTELLI FOT. ELIOT. CALZOLARI & FERRARIO-MILANO

G. CASTELLI FOT.

MASTODON ARVERNE

ELIOT CALZOLARI & FERRARIO MILANO

IS, Cr. et Job. $^1/_{16}$

MASTODON ARVERNENSIS, Cr. et Job. 1/16

DI ALCUNI CASI IMPORTANTI

DI

CLINICA CHIRURGICA RELATIVI ALL' APPARECCHIO DELLA DIGESTIONE

MEMORIA

DEL

Prof. GIUSEPPE RUGGI

DIRETTORE DELLA CLINICA CHIRURGICA DI BOLOGNA

(letta nella Sessione del 12 Gennaio 1908)

CON 10 FIGURE INTERCALATE NEL TESTO.

Signori,

Fra i molti infermi bisognosi di cure che nel clinico esercizio a noi si presentano, spesso ci avviene di constatare il ripetersi frequente di alcune forme morbose aventi caratteristiche fra di loro pressocchè eguali o di poco dissimili, sempre poi interessanti anche nelle lievi, ma svariate loro modalità, e delle quali deve tener conto il pratico per la giusta interpretazione dei fatti e relativa cura. Di rado invece ci occorre osservare i così detti casi eccezionali, meritevoli cioè di speciale menzione; lo che avvenendo per di più in periodi diversi, talvolta assai lontani l' uno dall' altro, mi piace di quì raccogliere alcuni di detti casi che riguardano appunto anatomiche lesioni dell' apparecchio digerente. Il primo di tali infermi osservai e curai nella Clinica di Modena, gli altri in questa Clinica chirurgica di Bologna.

I. CASO — **Melo-cheilo-stomatoplastica per mancanza della guancia destra, della metà del labbro superiore corrispondente e di tutto il labbro inferiore.**

Le fotografie che vi presento potranno sorreggere e rendere più efficace la narrazione che io sono per farvi. Esse raffigurano, come vedete, una giovane donna, d' anni 20, certa A. A. di Modena che io curai in quella Clinica chirurgica il 2 Maggio 1904. Le deformità che questa presentava alla faccia datavano da circa 6 anni ed erano la conseguenza di un *noma* che le si era presentato alla guancia destra durante una gravissima infezione tifosa, per la quale in sua casa morirono contemporaneamente il padre ed una sorella di lei, mentre la madre, pure gravemente colpita dall' infezione tifosa, potè miracolosamente salvarsi.

L' inferma ricordava che, durante il processo febbrile per il quale rimase in letto dieci mesi, le era comparsa all' angolo destro della bocca una macchia nerastra, la quale,

andò assumendo successivamente proporzioni sempre maggiori. La guancia destra, la metà corrispondente del labbro superiore e tutto il labbro inferiore furono in breve invasi dal processo necrotico il quale, a cose finite, lasciò la deformità che vi è dato rilevare dalla Figura 1ª.

Si ebbe cioè la distruzione della guancia destra, della metà corrispondente del labbro superiore e di tutto il labbro inferiore. Anche sulla faccia esterna del mascellare superiore

Fig. 1ª

destro il processo necrotico aveva esplicato la sua azione deleteria per guisa che si ebbe successivamente distacco di sequestri e distruzione di parti ossee per carie, mentre i denti rimasti in poco numero e cariati, sospinti in avanti irregolarmente, aggravavano, come si può vedere dalla stessa fotografia, le condizioni cosmetiche del soggetto. La lingua pendente fuori della bocca e lo scolo perenne della saliva, completavano la bruttura e le deformità accennate. Durante la masticazione assai difficile, stante lo stiramento del tessuto di cicatrice che fissava la mascella inferiore alla superiore, i cibi dovevano a forza essere contenuti nella bocca, il chè veniva assai parzialmente procurato dalla palma della mano destra che l' ammalata applicava contro l' ampia soluzione di continuo. Per rimediare a così complesso stato di cose, era necessario togliere patologiche aderenze, allontanare ostacoli, raccattare ovunque materiali da porre di contro all' enorme breccia. Bisognava

ancora fare in modo che il tessuto impiegato per la plastica, là dove non esisteva per sua naturale disposizione la mucosa, fosse rimpiazzato nell' interno da uno strato di pelle.

Oggidì è da tutti riconosciuto che l'applicazione di lembi cutanei aventi la superficie di distacco e quindi cruentata all' interno, cicatrizzando, finiscono per rattrarsi in modo che, posti ad esempio fra mandibola e mascellare superiore, danno per risultato definitivo l' inchiodamento di quella su questo, cosa già parzialmente esistente nella nostra ammalata.

Ma l' originalità della plastica che mi venne suggerita dal caso, fu possibile nel nostro soggetto la di cui pelle ero certo che sarebbe rimasta glabra, non sorgendo nelle donne che di rado peli sul mento, e qualora si presentino, sono di assai poco momento. Non sarebbe stato possibile una simile pratica sopra un giovanotto.

Operazione. Diedi principio all' operazione togliendo i denti, che per la loro anormale posizione potevano disturbare l'applicazione dei nuovi lembi; poi rifeci il labbro superiore servendomi della metà di esso rimasta verso sinistra, alla quale aggiunsi parte della guancia corrispondente staccata e spostata per scivolamento verso destra. A tale scopo mi servì assai bene un taglio diritto in senso orizzontale al disotto della base del naso, e l' allargamento verso sinistra dell' angolo della bocca corrispondente, per mezzo del processo del Diefenbach.

A questo lembo trasversale assai lungo, per fissarlo a destra, ne aggiunsi un secondo tolto dalla regione zigomatica-masseterina corrispondente, che per scivolamento condussi in basso e verso la linea mediana.

Per ricostituire poi il labbro inferiore nonchè la parte mancante di guancia destra che volevo, come già dissi, formati di parti spesse e resistenti, ricoperti all' interno e all' esterno di cute, pensai di servirmi, come strato profondo, della cute del mento e della regione sottomascellare la quale circoscritta, mediante una incisione a convessità inferiore e distaccata dal basso all' alto, sollevai e rovesciai all' indietro, in modo che funzionasse da mucosa. Restava così in vista una larghissima superficie cruentata, costituita in basso dalla regione nella quale il lembo era stato distaccato ed in alto dalla superficie esterna del largo lembo stesso sollevato. Bisognava ora ricoprire dette parti con un secondo lembo di cute.

Per far questo ricorsi alla formazione di un estesissimo lembo quadrilungo che distaccai dal basso all' alto sul lato destro del collo, col metodo indicato dall' Israel; ma che usai in modo ben diverso, come dirò più oltre. Il lembo formato dalla pelle, dal cellulare e dal platisma-mioides, esteso dal bordo inferiore della mandibola fino oltre il bordo inferiore della clavicola destra, largo quattro buone dita trasverse, avente il peduncolo d' attacco in alto, dopo essere stato sollevato dal basso, fu ruotato su se stesso ed applicato colla sua superficie cruenta a ridosso di quella in antecedenza formata al mento. Alcuni punti dati con seta fra i due lembi nella parte alta e mediana, formarono il prolabio, mentre alcuni punti interni dati con catgut fissarono le parti laterali dei lembi per la formazione della guancia destra e dei due angoli della bocca, i quali infine furono assicurati nelle loro singole parti con altri punti dati dall' esterno mediante adatti fili di seta.

Come si vede dal fin quì esposto, il mio processo, o per meglio dire il processo ope-

ratorio che ho voluto e potuto applicare nell' indicato caso, diversifica assai da quello dell'Israel. Questi infatti, sollevando il lembo quadrilungo, l'applica direttamente coll'epidermide rivolta al cavo orale; e, avvenuta l'adesione dello stesso nella sua periferia, taglia il peduncolo in basso e ricuopre affrontando in secondo tempo le superfici già granulanti, avendosi per tal modo cute anche all' esterno.

Il metodo seguito dall'Israel adunque abbisogna di ripetuti interventi operatori, mentre nel mio caso, fortunatissimo, tutto fu fatto in una sola seduta.

Fig. 2ª

Restava infatti da colmare la larga soluzione del collo rimasta in seguito al sollevato lembo; e qui io fui a dir vero sorretto nella mia azione da un fatto al quale non avevo posto mente perchè insignificantissimo in confronto alla grave deformità da cui era colpita la nostra paziente. Era dessa affetta da gozzo che lo stesso fotografo pietosamente avea cercato di mascherare, gozzo del quale approfittai per fare sì che la pelle e gli altri strati connessi con essa riuscissero sufficienti a riparare la larga soluzione di continuo. Asportai quindi il gozzo bilaterale abbastanza voluminoso, lasciando naturalmente quanto stimai necessario per la relativa secrezione interna, e richiusi di prima intenzione le parti che trovai dopo ciò sufficienti allo scopo.

La guarigione fu sollecita e con essa il miglioramento cosmetico, come potrete vedere nella Figura 2ª che vi presento fatta 3 mesi dopo l'eseguita operazione. Le condizioni

attuali sono anche migliorate. I cibi sono naturalmente contenuti nella bocca; durante la masticazione non vi è più lo scolo perenne di saliva dalla bocca, come in precedenza.

La ragazza giuliva delle attuali sue condizioni, lasciate le bende immonde colle quali avvolgeva la metà destra della faccia per celare la ributtante deformità, gagliarda e forte sostiene ora con vero ardore le fatiche del suo mestiere di contadina.

II. CASO — **Adeno carcinoma del piloro associato a linite. - Resezione del piloro e della porzione prepilorica dello stomaco.**

Esagerava certo il Polasson allorchè nel 1891 dichiarava essere la pilorectomia la operazione più grave della chirurgia moderna, come, a mio avviso, esagera ora il Kocher dichiarandola operazione senza pericoli.

Egli è certo che al giorno d'oggi noi abbiamo molto progredito nella tecnica di detta operazione per guisa che, da un massimo del 68 per cento di mortalità, siamo scesi ad un minimo del 14 per cento. Per mio conto potrei dare una statistica anche migliore; mi riprometto parlare di questa in altra circostanza.

Ad ogni modo se l'operazione non è assolutamente certa nel suo effetto, essa è al giorno d'oggi del resto tanto vantaggiosa che dovrebbe sospingere i colleghi medici ad interpellarci con maggior frequenza e sollecitudine di quello che essi non facciano.

I malati essendoci generalmente consegnati in un periodo molto avanzato del processo morboso, ne consegue che la nostra azione resta più che altro limitata alla *canalizzazione*, cioè a stabilire il passaggio dei cibi dallo stomaco all'intestino (bene spesso escludendo la parte ammalata), per mezzo della così detta gastro-entero-stomia. La *piloroplastica*, essendo oggi abbandonata quasi completamente, viene la *pilorectomia* riserbata quasi ai soli casi che sono ancora nei limiti della possibilità di una demolizione ritenuta totale del processo morboso. Ora, fra questi, quello del quale conto in oggi parlarvi costituisce il più importante caso della mia pratica, la qual cosa posso asserire non tanto per la importanza dell'eseguita operazione, la natura del processo morboso, l'età del soggetto, quanto per il risultato ottenuto che si mantiene tuttora ottimo.

Certa B. C. d'Imola, contadina, d'anni 66 entrava nella Clinica di Bologna il 6 ottobre 1906, era ammalata da parecchio tempo e ridotta in condizioni allarmanti di denutrizione stante la meccanica chiusura del piloro apportatale da un enorme massa neoplastica sviluppatasi intorno ad esso. Tale massa si avvertiva assai facilmente in corrispondenza dell'epigastrio a vista, essendo la donna oltremodo emaciata e le parti addominali di essa molto assottigliate per marcata distrofia di tutti gli strati e delle masse muscolari in ispecie.

La palpazione poi dava a sentire anche meglio il vero stato delle cose, cioè la presenza nell'epigastrio di un grosso tumore occupante tutta la regione mediana, tumore bernoccoluto, indolente al palpamento che godeva di evidente mobilità.

Feci la diagnosi di *carcinoma del piloro* associato a *linite,* invadente la parte prepilorica dello stomaco. Mi ero in tale caso prefisso di rimediare temporaneamente alle

condizioni gravi della paziente, praticando su di essa una semplice gastro-entero-stomia posteriore alla Von Hacker, ma allorquando ebbi aperto il ventre, vista la tolleranza della inferma pel cloroformio e più ancora le condizioni che presentava la parte ammalata, fui stimolato dal desiderio di tentare in essa la demolizione di tutta la parte patologica, non abbandonando però l'idea di stabilire la canalizzazione, mediante il sopra accennato processo di gastroenterostomia.

Il neoplasma infatti occupava il piloro ed un buon terzo dello stomaco, cioè tutta la parte prepilorica, come avevo previsto, mentre il duodeno appariva sano ed evidente la demarcazione del processo verso questo canale. Anche dal lato della grande insaccatura la limitazione era possibile per guisa che, avendo isolato lo stomaco dal colon trasverso e dall'omento gastro-epatico, lo serrai fra quattro lunghi ed adatti Klemer di forma leggermente arcuata. L'amputai quindi in senso verticale, distaccando la parte destra ammalata dalla parte sinistra, corrispondente alla metà sinistra delio stomaco, che ritenni sana.

Isolato dippoi il primo tratto del duodeno dalle parti periferiche (peritoneali, vasali e nervose) applicai su questo un quinto Klemer di dimensioni più piccole e divisi le parti, allontanando così tutto il pezzo patologico che ora vi presento. Esso è ridotto nelle sue proporzioni dall'azione coartante dell'alcool entro il quale è stato conservato e per aver tolti diversi pezzi che hanno servito alle ricerche microscopiche le quali confermarono la diagnosi clinica da me fatta.

Asportai infine alcune glandole ipertrofiche, poste negli omenti gastro-colico e gastro-epatico, poi cominciai la riunione delle parti.

Rinserrai con sutura alla Lambert doppia la grande apertura dello stomaco, avente un diametro verticale esteso dalla piccola alla grande curvatura di circa 15 centimetri e successivamente con una sutura identica, chiusi il duodeno. In tal modo era tolta qualsiasi comunicazione fra la parte residuale dello stomaco ed il sottostante intestino, e, per crearla ricorsi, come ho detto più sopra, alla gastro-enterostomia posteriore alla Von Hacker.

Per questo mi sono servito della sutura con fili di seta; pratica che da tempo seguo con ottimi risultali, avendo definitivamente bandito i bottoni di Murphy.

Il bottone di Murphy, che fu accolto con grande entusiamo al suo apparire nella pratica chirurgica, ha tuttora caldi sostenitori. Questo se può essere utile in alcuni casi speciali, non è da applicarsi, a mio avviso, metodicamente essendo suscettibile d'inconvenienti, fra i quali la difficoltà di sua eliminazione e la possibilità di rigurgito per l'incompleta e difficoltata canalizzazione stomaco-intestinale. La sutura elimina questi inconventi; e, qualora sia entrato nella pratica dell'operatore l'uso costante di essa, può riuscire sollecita anche se la comunicazione fra l'intestino e lo stomaco sia assai ampia. Vi dirò anzi che appunto nell'ampiezza di essa, sta, a mio credere, la base del processo che vedo costantemente seguire alle gastro-enterostomie nella mia Clinica.

Anche nella nostra malata della quale tenni ora discorso, la guarigione fu pronta e completa; e tuttora persiste, come mi risulta dalle informazioni anche di recente avute che mi stimolarono maggiormente a rendere a voi noto questo risultato clinico.

III. CASO — **Gastro-ectasia consecutiva ad ipercloridria, seguita in secondo tempo dalla gastro-pessia.**

Certo C. T. di anni 52 di Concordia (Modena) entrava il 23 Novembre u. s. nella Clinica da me diretta, e mi serviva per due trattenimenti clinici del passato Dicembre (1907). In essi dimostrai da prima la natura della lesione e dopo ciò la necessità e le modalità dell'intervento. All'atto pratico però mi occorse di trovare che, mentre la parte posteriore dello stomaco era pressochè normale, l'anteriore formava da sola la grande insaccatura che caratterizzava la lesione. Non era quindi possibile applicare il processo del Von Hacker mentre che quello del Doyen, attraverso l'omento gastro-colico, presentava tutte le condizioni volute per la sua giusta applicazione.

L'operazione fu eseguita dopo il secondo trattenimento clinico, cioè il 14 Dicembre u. s.; e tutto andò bene per alcuni giorni, ma allorquando fu concesso all'infermo di cibarsi, o più specialmente di bere, ritornarono in iscena fenomeni assai gravi, dovuti alla distensione anche maggiore dello stomaco che, ripieno di liquido, occupava tutta la cavità addominale, specie nella regione bassa dove arrivava al pube. La sera del 18 Dicembre, le condizioni dell'infermo essendosi fatte allarmanti, mi decisi di riaprirgli il ventre la sera stessa. Vidi allora che lo stomaco si presentava come una grande cisti, dalla quale estrassi, mediante una apertura praticata con un grosso trequarti, litri 3,500 di liquido verdastro mucoso, fetentissimo, commisto a cibi male digeriti. Richiusi il foro mediante sutura alla Lambert con seta; e andai alla ricerca di ciò che avevo nell'operarazione precedente praticato per determinare la communicazione dello stomaco coll'intestino. Tutto era regolare; l'apertura di communicazione fra lo stomaco e l'intestino era ampia in guisa, che il dito medio della mia mano destra introdotto invaginando l'intestino digiuno nello stomaco, mi fu dato avvvertirlo colla mano sinistra applicata sulla parete anteriore dello stomaco stesso.

Come spiegare adunque il mancato meccanico passaggio degli alimenti specialmente liquidi dallo stomaco all'intestino? La cosa era chiarissima osservando la disposizione di livello fra l'apertura praticata artificialmente e l'avvenuta distensione con successiva caduta verso il basso della parete stomacale anteriore. Il liquido raccoltosi in essa formava una massa la quale, schiacciando il sottostante intestino adeso alla parete stessa, determinava il rigurgito. Bisognava rimediare a questo con un processo di gastroplicazio o con un processo di resezione stomacale od infine colla gastro-pessia della parte prolassata. Mi attenni a quest'ultima pratica, come la più semplice e quella che m'era permessa dalle condizioni di estrema debolezza nelle quali l'infermo si trovava.

Il risultato operatorio fu ottimo giacchè, superati i primi giorni di eccessivo abbandono nel quale l'infermo giacque, sempre però confortato dalla speranza della guarigione, lasciava il letto il dì quattordicesimo dal subìto secondo intervento operatorio. Veniva poi a mancare pochi giorni dopo in seguito a polmonite sinistra.

IV. CASO — **Entero-anastomosi per cura di un ano preternaturale associato a prolasso di un lungo tratto d' intestino tenue extroflesso.**

Certa G. R. di Castelnuovo (Prov. di Bologna) entrava nella Clinica da me diretta il 25 Aprile 1906, fisicamente prostrata da lunghe sofferenze patite e moralmente oppressa dalla più immonda delle lesioni quale è un ano contro natura.

Prima assai che la predetta ammalata entrasse nelle mie sale, dietro invito cortese fattomi dal Prof. Calderini, io avevo potuto visitare l'inferma nel riparto ostetrico dove cure assidue e amorose venivano prodigate all'inferma dal collega e dal suo personale, alle quali si debbono le risultanze che valsero a salvarle la vita minata da tanta gravità e complicazione di cose. Del resto lo stesso Prof. Calderini, avendo reso conto di questo caso interessantissimo in una nota del giornale *Lucina* che Egli dirige, mi porge l'occasione di trascrivere da detto giornale quanto è stato da lui pubblicato in proposito, agevolandomi di molto il compito assunto. È lo stesso Calderini che scrive: « Si tratta di rottura traumatica accidentale avvenuta per caduta giù per un dirupo dall'altezza di 5-6 metri di una incinta pluripara, prossima al travaglio, mentre si recava ad attingere acqua.

Cadde colla testa in giù e col ventre sotto: sentì un dolore acuto; e qualche contrazione uterina che già aveva avvertita cessò.

La levatrice chiamata osservò perdita di sangue dai genitali e fu sorpresa di non trovare la presentazione e di sentire distintamente colla palpazione le parti fetali. Disgraziatamente questi dati si seppero più tardi perchè la donna giunse alla Clinica, senza alcun scritto, due settimane dopo l'accaduto e vi fu mandata trasportata per un'ora e mezzo di strada a braccia fino alla stazione ferroviaria, per tre quarti d'ora in ferrovia, e dalla stazione alla Clinica per mezzo di tandem, dai pompieri.

A casa ebbe febbre, vomiti, meteorismo e perdite putride dai genitali. Le stesse manifestazioni persistono al momento del suo ingresso in Clinica.

L'esame esterno non diede alcun dato positivo, l'interno, dopo dilatato il collo dell'utero, fece accorti dell'altezza della presentazione. Perciò in mancanza dei dati anamnestitici suddetti che sarebbero stati preziosissimi per la diagnosi, si decise il taglio cesareo e si fecero i prepativi per il metodo Porro, pensando alla morte del feto nell'utero, alla putrefazione del medesimo e all'infezione conseguente dell'utero.

Aperto il ventre con incisione dal pube all'ombellico in armonia al progetto ora indicato, si sprigionò copia di gas puzzolenti.

Estratto il feto non senza difficoltà, tirando su i piedi, si trovò essere in via di putrefazione, e aumentato di volume; tutto contenuto in una sacca formata dalle pareti addominali e da un pavimento di nuova formazione che copriva tutti gli strati peritoneali della pelvi, col fondo dell'utero al centro spaccato in senso sagittale e con una volta come un vero diaframma che sosteneva e nascondeva tutti i visceri spostabili spostati in alto. Il feto aveva la testa estesa, poggiava colla parte superiore del petto sulla breccia uterina e il cordone usciva dalla breccia medesima e non aveva più che poche membrane

unite. La placenta era uscita a brandelli dalle vie vaginali: asciugato il cavo, apparve nell' alto della ferita una dolorosa sorpresa. Il colon trasverso, nascosto sotto il nuovo

Fig. 3ª

Fig. 4ª

diaframma testè accennato, e adeso alla parete addominale nella regione dell' ombellico era stato ferito dalla incisione praticata: si tentò la sutura ma con poco successo per la fragilità del tessuto e la fissità alle pareti addominali. Si fece passare una cravatta di garza

dalla breccia uterina beante giù fino nella vagina e con molta garza si riempì l'enorme cavo rimasto nel ventre dopo l'uscita del feto. Si ricucirono gli estremi superiore e inferiore dall'incisione per breve tratto e si lasciò aperta la parte centrale.

Nelle modificazioni successive si constatò l'ano contro natura e si provvide coll'alimentazione dal retto e colla canalizzazione dell'intestino per poter giovarsi dell'alimentazione stomacale liquida e colle ripetute medicazioni si sta attendendo il progressivo restringersi della cavità per poi provvedere alla cucitura della breccia uterina e della breccia intestinale » (1).

Le Figure 3ª 4ª 5ª e 6ª fanno vedere presso a poco le condizioni dell'ammalata che io assumeva in cura il 25 Aprile del 1906; e dico presso a poco, perchè dette fotografie furono fatte solo prima della mia operazione allorquando cioè l'inferma avea dimorato per parecchi giorni nella mia Clinica.

Il grande cavo descritto dal Calderini, si era colmato e solo in basso vi era un residuo di esso che conduceva ancora alla via uterina e per essa alla vagina. Vi presento queste diverse figure, tolte da fotografie dello stesso soggetto per farvi notare la differenza che la parte protrusa d'intestino presentava nei diversi momenti nei quali veniva osservata.

In mezzo all'ampia cicatrice, che interessava e deformava di preferenza la regione ombellicale, si vedeva sporgere una massa che presentava il color rosso caratteristico della mucosa intestinale, e che assumeva gradazioni diverse di sua colorazione a seconda in special modo della quantità di parte fuori uscita. Passava questa dal rosso vivo al rosso cianotico, proprio dello stato venoso, lo che notavasi quando la massa stessa fattasi bicorne pendeva giù verso il pube con uno dei suoi estremi, il sinistro, lungo circa undici o dodici centimetri e grosso dodici centim. nella sua base. Il corno di destra, anche nei momenti del massimo suo sviluppo, era di proporzioni più modeste del sinistro: presentava cioè sette od otto centimetri di lunghezza su dieci circa di grossezza alla base.

Riteneva Calderini che la parte lesa d'intestino fosse il colon trasverso ed era anche naturale pensare a ciò visto che le iniezioni fatte d'acqua sterile nell'intestino retto uscivano ben presto per il tratto distale d'intestino protruso. Durante però l'atto operativo potei convincermi che la porzione d'intestino interessato e prolassato apparteneva all'ultima parte dell'intestino digiuno.

Dei due corni, quello posto a destra, apparteneva al tratto prossimale, e l'altro posto a sinistra, generalmente fuori, al tratto distale. Durante i momenti peristaltici dell'intestino il corno destro aumentava nella sua massa e si faceva turgescente, mentre risaliva sgonfiandosi durante i periodi antiperistaltici. Anche il corno sinistro subiva spontaneamente riduzioni nelle sue proporzioni ma non scompariva totalmente che di rado, durante cioè la massima quiete dell'intestino, o quando venivan fatte manovre adatte allo scopo. Introducendo il dito nel tratto superiore si poteva questo invaginare attraverso una fessura che ammetteva l'apice del dito indice; assai meno poteva farsi questo nel tratto inferiore.

---

(1) Calderini. *Un caso di rottura traumatica dell'utero in gravida prossima al parto.* « Lucina » anno XI, 1° febbraio 1906 n. 2. Bologna.

Scolo di materiali mucosi si aveva dal tratto superiore dell'intestino, pochissimo muco, spesso sanguinolento, dal tratto inferiore.

Fig. 5ª

Al disotto dell'intestino protruso si vedeva il residuo del grande cavo che conduceva alla cavità del bacino entro al quale uno specillo introdotto poteva approfondarsi per circa

otto centimetri, in direzione obbliqua dall'alto al basso e dall'avanti all'indietro. Esso guidava, come ci è noto, alla cavità uterina.

Tutta la cute nei contorni della parte protrusa, si mostrava abrasa ed arrossata: e tanto più fortemente, quanto maggiore era la vicinanza sua a quella. Si comprende infine che la parte protrusa d'intestino, nonchè tutta la cute della parete anteriore dell'addome, si trovavano in evidenti condizioni settiche, tali da impensierire non poco per un intervento operatorio, destinato a rinchiudere il beante intestino, aprendo il peritoneo; e a rinsaldare l'apertura che, a modo di seno fistoloso, guidava verso il basso nell'interno del bacino. A scopo di modificare per quanto era possibile la sepsi generale dei contorni cutanei, obbligai l'inferma a giacere costantemente in letto sul lato destro, mantenendo applicato sulla parte dalla quale il materiale intestinale scendeva, specie dopo i pasti, un recipiente di vetro (volgarmente detto papagallo da maschio). Con tali pratiche mi riuscì ottenere in pochi giorni che, nella parte sinistra delle pareti addominali in ispecie, la cute si modificasse almeno nelle sue apparenze esteriori più grossolane. La epidermide infatti si riformò e scomparvero le grandi abrasioni. Potei così curare ancora alcune piaghette di decubito che l'inferma presentava nella regione sacro-coccigea.

Era mia intenzione arrivare al cavo addominale incidendo le pareti a sinistra; e le precauzioni prese, se non mi davano un'assicurazione assoluta, mi dovevano naturalmente apportare una relativa tranquillità, rispetto all'asepsi delle parti sulle quali doveva cadere il tagliente.

La mattina del 3 giugno 1906 m'accinsi all'operazione. Praticai dapprima una lunga incisione verticale al lato sinistro dell'addome, che dal legamento di Falloppio raggiunse la base del torace, quattro buone dita trasverse all'esterno della linea mediana, e quindi dall'intestino erniato. Raggiunsi così il bordo esterno del muscolo retto addominale ed aprii il peritoneo verso la parte interna di quello.

Io speravo, come dissi, di poter per questa via raggiungere efficacemente l'intestino fuoriuscito dalla parete addominale; ma una serie infinita di aderenze e l'intricate disposizioni anormali delle anse me lo impedirono. Praticai allora una incisione trasversale diretta all'interno nella regione epigastrica per scostarmi sempre dal campo ritenuto maggiormente settico. Mi fu dato così di raggiungere e dominare il tratto d'intestino che io dovevo curare. Mi convinsi allora che la parte lesa d'intestino era l'ultima porzione del digiuno alla distanza di circa 30 centimetri dalla valvola del Bauhin che più esattamente dovrebbe dirsi del Morgagni (1). Praticai l'entero-anostomosi terminale; richiusi il peritoneo e successivamente cucii gli strati addominali.

Però bisognava agire anche sul seno fistoloso che guidava all'utero, per raggiungere il quale mi fu necessario seguire colla incisione la linea mediana. La manovra fu pure quivi indaginosa; però il risultato fu buono. L'inferma guarì essendo avvenuta la pronta adesione di tutte le parti che naturalmente erano le più interessanti, ma non egualmente avvenne nelle parti esterne per sepsi del cellulare sottocutaneo, svoltasi dalla parte

(1) Vedi Testut. aut. disert Vol. III pag. 198.

mediana. Si ebbe quindi suppurazione che protrasse la guarigione definitiva; e rese meno solida la cicatrice per guisa che a questa ora, trascorsi 14 mesi dall'uscita dell'inferma

Fig. 6ª

dalla clinica, si mostra durante la stazione verticale alquanto prominente e sfiancata.

Con ulteriore intervento, dette condizioni si potrebbero facilmente togliere: l'inferma

preferisce però di portare una ventriera : ed io ritengo che, stante le peripizie sofferte fino al presente, essa non abbia tutti i torti, tanto più che con questo apparecchio si sente benissimo.

V. CASO — **Occlusione intestinale determinata da un appendice adiposa del colon ascendente.**

Il caso singolare e che io credo rarissimo mi venne inviato dalla Clinica medica.

Certa B. F. di Bologna, entrava nella Clinica medica diretta dal Prof. Murri il 10 aprile 1906 con fenomeni di strozzamento interno intestinale che datavano da poche ore. Messi ad esperimento tutti i mezzi medici più razionali e visto che ad onta di ciò i fenomeni si aggravano di conserva, fu inviata alla mia Clinica, dove io la vidi nelle ore pomeridiane del dì 12 successivo.

La diagnosi non ammetteva dubbi: si trattava certamente di uno strozzamento interno di un'ansa dell'ileo, ma quale ne era la causa? Dove detto strozzamento era collocato?

Egli è certo che purtroppo spesso noi ci troviamo in queste tristi condizioni. Le statistiche di simili operazioni danno appunto cifre assai sconfortanti perchè in mezzo ai fenomeni più allarmanti talvolta con ammalati in fin di vita, viene richiesto il nostro intervento. Le indicazioni per agire sono motivate dallo stato del resto irreparabile del soggetto, ma a noi resta tutta la responsabilità nelle grandi incertezze dell'atto operativo compiuto.

L'anamnesi nel nostro soggetto non diceva nulla; e l'esame obbettivo non ci additava alcuna localizzazione. L'incisione non poteva essere quindi che mediana ed estesa, e la ricerca eventuale. Così fu fatto; e trovando che località più comuni, fra le quali, la regione del cieco e del foro di Winslow, non fornivano spiegazioni del fatto ricercato, cominciai a lasciare uscire dal cavo addominale le anse intestinali estremamente rigonfie. Mi fu dato allora di vedere cosa che mi riuscì nuova e che non mi risulta sia stata descritta da altri. Profondamente, sulla parete posteriore dell'addome, a livello del corpo della terza vertebra lombare a destra, vidi una delle appendici epiploiche adipose, che si trovano talvolta più o meno sviluppate alla periferia del colon e nel nostro caso come dipendenza del colon ascendente, la quale aveva preso adesioni in addietro costituendo per tal modo una specie di occhiello. Ora appunto, al di sotto di esso, si era insinuata un ansa del digiuno, strozzandosi.

Constatato lo stato delle cose, fu facile togliere questo speciale cingolo strozzante e liberare l'ansa stessa, dopo di che tutte le cose procedettero colla massima regolarità, essendo l'inferma in breve tempo guarita.

È naturale che in tale soggetto deve avere preceduto al fatto, tardamente constatato coll'operazione, un processo infiammatorio adesivo per il quale si era stabilita quella strana fissazione epiploica che fu poi la causa efficiente dell'avvenuto strozzamento. Ad ogni modo, anche in questo caso il risultato fu buono, perchè l'intervento fu sollecito, perchè forse l' anello strozzante era favorevolmente modificato dall' adipe contenuto

nell' appendice strozzante. Però nella pluralità dei casi, l'azione nostra viene reclamata tardivamente quando cioè, dopo i ripetuti tentativi fatti, specie per mezzo dei purganti, i malati hanno già in corso l'infezione peritoneale di forma settica, spesso diffusa o che si diffonde per il fatto della stessa operazione e contro la quale i nostri sforzi sono generalmente insufficienti, non tanto per i fatti locali, quanto per l'avvelenamento generale del sistema nervoso.

VI. CASO — **Stenosi intestinale d'origine traumatica.**

Certamente il caso che sono per narrarvi, non ha l'importanza di un atto consimile occorsomi nel 1894 e pubblicato nel 1896 (1) in cui, dopo vari tentativi fatti, fui obbligato d'asportare metri 3 30 d' intestino tenue. Esso però ci presentò difficoltà diagnostiche gravi, che potemmo felicemente superare in base alle ricerche lungamente e con coscienza protratte fino alla giusta interpretazione delle cose.

N. B. di Vasto d'anni 25 contadino, entrava in Clinica il giorno 6 dicembre 1907.

Egli narrava che l' 11 del passato ottobre fu colpito all'ipogastrico da un calcio di cavallo. Il dolore intenso, da farlo svenire, nel momento della percossa, scemò a poco a poco col passare dei giorni, di guisa che dopo una settimana di riposo, pensò di riprendere i suoi abituali lavori campestri. Però un senso di molestia l'opprimeva durante l'azione muscolare che si mutò in dolore violento dopo 15 giorni. Il dolore insorgeva a sinistra sotto forma di crampi e si estendeva verso destra e poi a tutto l'addome, apportandogli ancora conati di vomito. Il riposo nel letto mitigò le sue sofferenze e così pure pare giovassero da prima le mignatte poi i cataplasmi caldi applicati alla parte. Però essendosi accorto l'infermo che un tumore profondo si era manifestato in corrispondenza del quadrante superiore destro dell'addome, pensò di fare ricorso a noi.

L'esame che ci fu dato eseguire all'ingresso dell'infermo nella Clinica è il seguente: All'ispezione l'addome si mostrava in modo lieve, ma uniformemente rigonfio, specie a destra, dove nel quadrante superiore, tra la linea mediana e l'emiclaveare destra, si notava una tumefazione rotondeggiante che si spostava coi movimenti respiratori. Mediante la palpazione si poteva poi assai meglio apprezzare il vero ed esatto stato delle cose. Si avvertiva infatti colà profondamente collocata una massa di forma rotondeggiante che, annidata nell'interno del quadrante superiore dell'addome, si presentava bernoccoluta, mobile, di volume vario a seconda del momento nel quale la si palpava. Allorquando si notava che il tumore era di dimensioni maggiori, sospingendo questo in addietro si aveva come un senso di ballottamento che fece pensare ad alcuni trattarsi di un rene ammalato e spostato. Ma avendo più volte potuto constatare che il tumore spontaneamente si riduceva di volume, e spesso durante la palpazione essendo accompagnato il dileguarsi di esso da borborigmi caratteristici, l'idea d'una lesione del colon si rese evidente. Ammisi cioè

(1) Ruggi - Storia relativa ad un fanciullo d'anni 8 al quale furono asportati, con successo, metri 3.30 d'intestino tenue. (Policlinico, Vol. III-C, anno 1896.

una stenosi d'origine infiammatoria del colon, apportata dalla percossa ricevuta dall' infermo alla regione ipogastrica, come egli narrava.

Quali fossero le condizioni anatomiche della parte non era certo facile cosa stabilire; tuttavia, visto lo stato buono generale del soggetto, era logico arguire che per lo meno quel processo flogistico ammesso non fosse da ritenersi specifico.

La mattina del 14 dicembre 1907, previa narcosi morfio-cloroformica, eseguii la laparotomia.

Praticai cioè sulle pareti addominali un taglio obliquo, parallelo al bordo inferiore del costato destro, esteso dalla linea mediana alla linea ascellare anteriore destra, restando discosto dall' arco stesso due buone dita trasverse. Aperto il ventre, rinvenni allora che la massa la quale formava in alto il tumore, era costituita dall' intestino cieco che coll'appendice era stato spostato colà, forse dall' azione traumatica subita dal paziente. All' azione coartante, conseguenza del processo infiammatorio subito dal grande omento che l' intestino fasciava e stringeva tenacemente (omentite adesiva cronica), dovevasi la forte saldatura delle parti.

Visti inutili i tentativi di distacco, anzi senz' altro dannosi, tanto erano le indicate parti fra di loro tenacemente riunite; e d' altronde trovando esagerato e quindi irrazionale l' asportazione della parte ammalata, pensai ed eseguii l' anostomosi latero-laterale dell' ultima porzione dell' intestino ileo col colon trasverso.

Eseguii adunque l' indicata entero-anastomosi, servendomi, per la riunione delle due intestina, di suture eseguite con filo di seta del n° 1; e facendo un'ampia communicazione fra le indicate parti.

L' infermo sopportava male il cloroformio e per due volte, durante l' atto operatorio, fu necessario ricorrere alla respirazione artificiale.

Anche nei primi giorni dopo l' operazione le condizioni dell' infermo furono allarmanti, perchè vi fu un certo grado d' intossicazione cloroformica, caratterizzata da vomito incoercibile, dolori per lo stiramento delle parti riunite, polso piccolo, frequente (110-120) e via dicendo. Verso il quarto giorno le cose migliorarono e l' infermo ora è guarito col ristabilimento perfetto del circolo intestinale, la scomparsa di qualsiasi risentimento e di qualsiasi gonfiezza reperibili col più esatto esame obbiettivo del ventre.

VII. CASO — **Prolasso dell' intestino retto, attraverso l' orifizio anale esageratamente dilatato o per meglio dire deformato da molteplici incisioni ad esso perifericamente eseguite.**

La storia del caso nelle sue grandi linee è il seguente. Certa E. Q. di Pianoro (Provincia di Bologna) servente, d' anni 34 entrava nella Clinica da me diretta il dì 9 Aprile 1907 dopo essere stata già varie altre volte curata di affezione anale che da circa nove anni la travagliava.

Le si presentò dapprima un ascesso nella regione perineale che dopo pochi giorni spontaneamente s' aprì e diede origine ad un seno fistoloso che facea comunicare l' orifizio

vulvare con quello anale. Ricoverata nell' Ospedale di Reggio Emilia fu quivi curata. Nei primi tempi pare con vantaggio, giacchè le fu dato riprendere il lasciato servizio, ma dall' orifizio anale scolava costantemente del pus che si aumentò in modo considerevole dopo

Fig. 7ª

Fig. 8ª

circa un anno. Fu perciò una seconda volta nello stesso ospedale, di bel nuovo operata, ma questa volta senza risentirne apprezzabile vantaggio. Passarono in tal modo 4-5 anni durante i quali il suo stato andò gradatamente peggiorando.

Entrata in questa Clìnica nell' aprile del 1904, fu dal mio predecessore per la terza volta operata e n' ebbe un relativo giovamento, guarigione no. Due mesi prima del suo nuovo ingresso in questa Clinica, l' inferma cominciò ad avvertire un senso di tensione rettale che, lieve dapprima, si presentava assai raramente, ma che si fece di poi d' intensità maggiore, assumendo le caratteristiche del tenesmo rettale, con accessi assai frequenti e prolungati. Durante questi momenti, col ponzare intenso, attraverso all' orifizio anale, il retto intestino, e dalla vulva l' utero fuoriuscivano, mentre dall' uretra l' urina a piccoli fiotti, anche se da poco già emessa, scolava.

L' esame obbiettivo viscerale risulta dimostrativo coll' osservare le figure 5ª e 6ª che vi presento. In esse la massa che protrude appare evidentemente formata dall' intestino retto caduto attraverso l' orifizio anale enormemente dilatato (centimetri 28 circa di periferia). Come si vede, è quest' ultima la caratteristica tutta speciale del caso, perchè la massa prolassata si estende dalla vagina, essendo la forchetta lacerata, al coccige, in senso antero-posteriore ed in senso trasverso da una fossa ischiatica all' altra.

L' orifizio anale, ampiamente squarciato dalle ripetute incisioni subite, avendo perduta la funzione degli sfinteri esterno ed interno ed anche dell' elevatore dell' ano, era naturalmente incorso in profonde modificazioni di dimensione e di forma. Il palpamento non aggiungeva dati importanti a quelli rilevati dall' ispezione.

La cura in tal caso più che alla caduta del retto, doveva essere diretta al rifacimento dell' orifizio anale, al rinserramento cioè degli sfinteri, alla riformazione del perineo; e della parte posteriore della vagina dove gli elevatori dell' ano, i trasversi del perineo, l' aponeurosi media ed il *constrictor cunni* disgiunto, contribuivano o per meglio dire accentuavano la mancanza dell' apparecchio muscolare di sostegno del retto e di chiusura dell' ano. Il processo di Whihead per l' escisioni delle emorroidi, associato a quello di Mikulicz per i polassi del retto dovevano servirmi allo scopo, associando ad essi un processo di colpo-perineo-cheilorafia.

Con tali intendimenti diressi appunto la tecnica prestabilità: la mattina del 22 Giugno 1907 mi accinsi all' operazione.

Previa rachistovainizzazione, venne messa la donna nella posizione ginecologica, quindi, mediante un' incisione circolare, distaccai perifericamente l' ampia massa protrusa dalla cute circostante e, nel distacco della mucosa, cercai di conservare, per quanto era possibile, le parti muscolari proprie agli sfinteri anali. In avanti raggiunsi le parti aponeurotiche e muscolari disgiunte nel perineo, dove fu eseguita in Reggio la prima operazione a cura del seno fistoloso perineale. Misi allo scoperto la ripiegatura peritoneale, piega del Douglas, che risospinsi verso l' alto; e cominciai da questo lato la sutura delle parti, prima ancora di passare alla demolizione della mucosa intestinale sovrabbondante. Giova ricordare che io avevo strettamente rinserrato, prima ancora di dare cominciamento all'operazione, l' orificio anale per mezzo di allacciature.

Ricostruito il perineo e fissato in avanti quel tratto d'intestino che ritenni meritevole di venire conservato, passai alla cura della parte posteriore, collo scopo di scemare anche

Fig. 9ª

Fig. 10ª

da questa parte l' ampia breccia esterna: e in tale manovra mi venne fatto di raccattare brandelli di sfintere esterno ed interno che ricongiunsi per mezzo di punti trasversali dati con fili di catgut. Fissata anche da questo lato la mucosa del retto intestino con punti

profondi dati sempre con fili di catgut e coi quali univo la pelle periferica alla sottomucosa che si presentava assai spessa, feci la stessa operazione anche su i lati. Aperto infine con precauzione l'intestino, ed escisa circolarmente la mucosa per circa dieci centimetri di sua lunghezza, terminai l'operazione adattando il canale intestinale all'orifizio anale rimasto, già ridotto nelle proporzioni volute per una condizione relativamente normale di esso. L'andamento successivo all'operazione fu dei più regolari; la guarigione sollecita ed ottima sotto ogni rapporto, come potrete constatare dalle fotografie che vi presento (7ª e 8ª) per il lato cosmetico.

In tale caso l'escisione della mucosa è stato sufficiente per correggere lo spostato intestino, perchè la mucosa rappresentava la parte preponderante di esso. Ciò è stato possibile ed utile ancora perchè non esistevano complicazioni neoplastiche maligne.

TERAPIA DELLA FOSFATURIA
CON PREPARATI ORGANICI DEL FOSFORO

(GLICEROFOSFATO SODICO E FITINA)

NOTA SPERIMENTALE

DEL

PROF. IVO NOVI

(letta nella Sessione del 10 Maggio 1908)

In uno studio eseguito nel mio Laboratorio dai Dottori Majara e Fratta e pubblicato da quest' ultimo mio allievo (1), è stato dimostrato che la cura antirabica produce una notevole fosfaturia, mentre i glicerofosfati e le lecitine introdotte in via ipodermica danno l' effetto opposto.

Una mia comunicazione (2) fatta nel medesimo anno alla nostra Accademia riferiva come la fosfaturia prodotta appunto dalla cura antirabica venisse diminuita dall' uso ipodermico di glicerofosfato sodico fino a ricondurre al normale l' eliminazione del fosforo dall' organismo, per le fecce e per le urine.

Interessantissimo anzi si presentò fin d' allora il risultato messo in vista particolarmente a pag. 17 e 18 del mio lavoro, la notevole diminuzione cioè della perdita di fosforo per le fecce, diminuzione che può avere una importanza grandissima nella terapia di talune lesioni funzionali del sistema nervoso, nelle quali si ha una copiosa perdita di fosfati per le fecce.

Ricordo un caso di una signora certamente isterica, che eliminava per le fecce una specie di sabbia più o meno abbondante, che io trovai costituita quasi esclusivamente da fosfato di calcio, mentre essa non faceva uso di acque minerali, nè di medicamenti di sorta, e si cibava scarsissimamente per gravi disturbi funzionali dello stomaco.

Nel mio lavoro testè accennato io venni alla conclusione che il glicerofosfato sodico in dose da 20 a 30 centigrammi somministrato per bocca non diminuisce la elimina-

---

(1) Dott. A. Fratta. Rapporto fra l' azione della cura antirabica e quella dei glicerofosfati e della Lecitina. *Bullettino delle Scienze Mediche*, 1904, serie VIII, vol. IV.

(2) Ivo Novi. L' eliminazione dei fosfati durante la cura antirabica e la sua modificazione per opera della terapia fosfoglicerica. *Mem. della R. Accad. delle Scienze*, 17 apr. 1904.

zione del fosforo per le urine, anzi facendo la percentuale della eliminazione urinaria sulla introduzione ci dà piuttosto un aumento, che si aggiunge alla maggior perdita provocata dalla cura del Pasteur.

Invece la percentuale dell' eliminazione fosforica urinaria sulla introduzione diminuisce notevolmente (da 68 giunge a 61 $^0/_0$) in seguito ad iniezione sottocutanea delle dosi sopradette e può anche questo effetto continuarsi il giorno dopo l' iniezione medesima.

Altri preparati organici del fosforo sono stati introdotti in terapia nel frattempo, la clinica ora ad ora si volge con isdegno o con abbandono, entrambi esagerati, ai nuovi medicamenti; e spesso con considerazioni aprioristiche, che possono in un baleno essere sconfessate dalla prova sperimentale spassionata ed esatta, scienziati e clinici illustri si affrettano a porre in bando delle sostanze che hanno marchio, nome e storia più o meno esotica e compromettente.

L' uso interno di molti di questi preparati principalmente i glicerofosfati e le lecitine lascia larga strada al dubbio. Le mie esperienze hanno dimostrato che il glicerofosfato sodico non rallenta almeno nelle tenui dosi di 20 centigr. date per bocca, la fosfaturia della cura antirabica, nè per questo solo fatto io mi terrei in diritto di giudicarlo inutile e dannoso.

È bensì vero che dalle mie esperienze, come già da prove altrui da me altrove citate, emerse chiaramente uno stimolo anzi a maggiore eliminazione di fosforo, al di là della introduzione, ma non si può dire ancora fino a qual punto questa maggiore perdita possa essere nociva, perchè eventualmeute potrebbe aversi maggiore eliminazione di fosforo inorganico di quello organico fino ad allontanamento di materiali destinati alle distruzioni o in parte già alterati.

Trovare un preparato il quale non avesse bisogno di essere introdotto in via ipodermica sempre seccante e anche pericolosa, e pure fosse idoneo a togliere di mezzo una fosfaturia, la quale ha tanti punti di contatto con quelle dovute a disturbi del sìstema nervoso, del ricambio organico, del sangue specialmente nei vari casi di leucocitosi e di leucolisi, studiare un preparato siffatto dacchè il trovarne dei raccomandati nel mercato terapeutico non è punto difficile, mi parve opportuno.

Un altro accidente occorsomi fra i molti, ma questa volta un po' più grave (1) degli altri mi indusse a intraprendere per la terza volta in 18 anni, la cura antirabica, che regolarmente mi praticai dal 3 al 22 febbraio di quest' anno.

Stabilita all' incirca una dieta simile alla mia usuale con oscillazioni ben misurate, introdussi nella alimentazione il noto preparato, che il Posternak chiamò Fitina e che egli produsse fin dal 1900.

Le dosi da me usate nelle capsule originali gelatinose preparate dalla Società per l' Industria chimica a Basilea furono varie, da 1 gr. cioè fino a 1.50 per giorno.

Dosai prima col mezzo di cui mi sono valso anche per la determinazione del

(1) Mi punsi il pollice sinistro con un ago intriso di emulsione bulbare di bue, accertato idrofobo.

fosforo nelle urine il contenuto nella fitina medesima e la trovai del 45.94 % dosato in forma di anidride fosforica, pari a 20.07 % di Fosforo.

Col medesimo processo analitico ho dosato il fosforo di alcuni altri cibi, che nel lavoro precedente non avevo usato o che non potevo ritenere avessero la precisa composizione d'allora ed ho formato così le percentuali, che trascrivo nella tabella seguente

TABELLA I

Contenuto percentuale dei vari cibi freschi in Anidride fosforica.

Carne di manzo cruda	0, 5018	Burro di cascina bolognese . . .	0, 1037
id. lessata	0, 3015	Insalata	0, 0789
Riso crudo	0, 2190	Fichi secchi	0, 2120
Pane	0, 2282	Vino rosso vecchio	0, 0297
Polenta	0, 2242	Cacao	1, 4201
Carne di maiale cruda	0, 5680	Infuso di caffè	0, 0159
Patate lessate	0, 1902	Glicerofosfato di sodio	20, 60
Castagnacci fritti	0, 1696	Fitina	45, 94
Formaggio parmigiano vecchio . .	1, 0106		

Notevoli differenze ho accertato mediante queste prove coi risultati da me esposti nel mio lavoro precedente e precisamente il burro, il formaggio, il vino, l'infuso di caffè hanno mostrato un contenuto diverso dai cibi e bevande allora esaminate.

Per il burro devo osservare, che mentre la volta scorsa avevo usato quello commerciale depurato da residui di latte, questa volta invece mi servii del burro in piccoli pani che si fabbrica dai nostri contadini e che contiene una maggiore copia di acqua e di sostanze azotate, di sierosità.

Il suo contenuto in fosforo si dimostrò molto più elevato *0,1037* invece di *0,064*, che riscontrai nel burro commerciale depurato.

Il formaggio parmigiano era quale dicono i venditori, stravecchio e possedeva pure una copia notevolissima di fosforo 1 % in confronto al 0,61 trovato nel campione adoperato nel 1903.

Il vino era vecchio di un anno e conteneva assai meno di fosforo che non quello usato nel 1903 e che era nuovo, cioè fermentato nell'ottobre e usato del dicembre. Questo conteneva il 0,056 % mentre il vecchio non ne conteneva che il 0,029 cioè circa la metà. Anche questo fatto è ben spiegabile con l'invecchiamento e perdita di parte dei sali, che si depongono.

Infine, riguardo all'infuso di caffè trovai un valore più elevato e più vicino a quello ottenuto dal Bertram. Il caffè usato era una mescolanza di Portorico, San-Domingo e Moka e veniva traversato dall'acqua bollente una sola volta.

Il metodo di cui mi sono valso per la determinazione è quello stesso di cui ho fatto cenno nel mio lavoro precedente e che è esposto dal Neumann (1).

Esso corrisponde perfettamente, è abbastanza rapido e permette di condurre nel medesimo tempo parecchie determinazioni, il che certamente non riesce facile con gli altri metodi.

Credo opportuno descriverlo rapidamente.

Per la distruzione della sostanza si ricorre alla nota miscela di acido solforico e nitrico in parti eguali.

Dieci a venti cent. cubi di miscela acida è introdotta in un matraccio Kijeldahl ove si trova la sostanza e portato sopra fiamma carboniosa bassa dapprima e poi mano mano più aereata e più alta fino a moderata ebollizione. Questa deve essere prolungata finchè il liquido non sia incoloro o leggermente giallognolo. Per chiarificare più rapidamente si può aggiungere altra miscela in piccola quantità, ma si deve tenerne nota per regolarsi in seguito.

Raffreddato il liquido, si allunga tre o quattro volte con acqua distillata e se il riscaldarsi della miscela per la presenza di acido solforico concentrato desse sviluppo vapori nitrosi, questi devono essere allontanati con l' ebollizione. Si aggiungono allora per ogni 10 c. c. di miscela acida, 12,5 c. c. di una soluzione di nitrato d' ammonio al 50 $^0/_0$ e si porta sulla fiamma fino ad incipiente ebollizione, nel qual momento vi si sopraversano 10 c. c. di una soluzione acquosa di molibdato d' ammonio al 10 $^0/_0$ filtrata a freddo.

Se il nitrato d' ammonio risulterà nel matraccio nel rapporto del 10 $^0/_0$ circa del menstruo, la reazione avverrà immediatamente e cioè precipiterà il fosfomolibdato giallo, altrimenti bisognerà aggiungere altro nitrato. Si lascia poi pochi secondi sulla fiamma, si rimescola per un minuto, perchè il precipitato non galleggi, ma si rapprenda e precipiti poi più rapidamente. Spesso in 15' la sedimentazione è avvenuta e si può decantare il liquido su filtro di carta lavata e senza ceneri, sul quale si avrà cura di far passare la minore quantità possibile di precipitato. Questo deve essere lavato almeno tre volte nel matraccio lasciandolo deporre ogni volta e decantato di nuovo finchè il filtrato non dia più reazione acida al tornasole, oppure finchè non si trovi più reazione col reattivo del Nessler.

Si pone allora il filtro nel matraccio ove si trova il precipitato lavato, si aggiunge un po' di acqua stillata e tanta soluzione normale decima di soda caustica, quanta ne occorre per disciogliere il fosfomolibdato. Con la ebollizione si scaccia l' ammoniaca finchè esponendo al vapor d' acqua una cartina imbevuta di una soluzione leggermente acida di metil-orange, questa non mantenga il color roseo. A questo punto versando nel matraccio qualche goccia di soluzione alcoolica all' 1 $^0/_0$ di fenolftaleina, si assaggia la reazione alcalina, che se non fosse ben netta, si dovrebbe aggiungere altra soda e bollire di nuovo.

(1) Albert Neumann. Einfache Veraschungs-methode und vereinfachte Bestimmungen von Eisen, Phosphorsaüre etc. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, Vol. XXXVII, pag. 129-135.

Per trovare il limite della reazione alcalina si fa cadere da una buretta qualche goccia di soluzione titolata di acido solforico perfettamente corrispondente a quella sodica, e sottratta questa dal totale della soluzione di soda adoperata si conosce per calcolo qual' era la quantità di P^2O^5 combinata al fosfomolibdato. 1 c. c. di soluzione $\frac{norm}{10}$ di soda corrisponde a milligr. 0,2536 P^2O^5.

Nel mio lavoro del 1904 diedi già delle prove della bontà di questo metodo, che veramente non lascia nulla a desiderare ed è abbastanza comodo e lesto, quando si proceda a 4 determinazioni per volta.

Disposizione delle esperienze.

La dieta non era preventivamente fissata. Ho determinato approssimativamente quanto dei vari cibi avrei dovuto introdurre per raggiungere quella che per la mia consuetudine era la media e pesando volta a volta gli alimenti che mi erano apprestati ho calcolato la introduzione giornaliera.

L' eliminazione delle urine era compresa dalle 8 di una giornata alla stessa ora della giornata successiva, e le fecce curai fossero emesse al più tardi verso il mezzodì della giornata successiva, valendomi all' uopo di un clistere d' acqua fredda. Avverto che la mattina io non prendevo che una piccola tazza di infuso di caffè con 3 gr. di cacao, a mezzodì facevo colazione e alla sera alle 19 pranzavo. Il peso del corpo oscillò di pochissimo intorno a Kg. 82 compresi i vestiti.

Incominciai le esperienze il 16 febbraio 1908 al 4° giorno di cura antirabica quando il midollo che m' inoculavo era di 7 giorni. Il tipo di cura fu il seguente :

3	Febbraio	—	Midollo di	12	giorni	13	Febbraio	—	Midollo di	5	giorni
4	id.	—	»	10	»	14	id.	—	»	4	»
5	id.	—	»	8	»	15	ld.	—	»	3	»
6	id.	—	»	7	»	16	id.	—	»	2	»
7	id.	—	»	7	»	17	id.	—	»	6	»
8	id.	—	»	6	»	18	id.	—	»	5	»
9	id.	—	»	5	»	19	id.	—	»	4	»
10	id.	—	»	4	»	20	id.	—	»	3	»
11	id.	—	»	3	»	21	id.	—	»	2	»
12	id.	—	»	6	»	22	id.	—	»	3	»

Non avevo bisogno di confermare ulteriormente l' influenza dei midolli virulenti o della cura in genere sulla fosfaturia, la quale è bensì più o meno manifesta nei varii individui, ma è stata verificata già più volte e trovata in tutti i casi osservati e studiati nel mio Laboratorio (Bellucci, Belardinelli, Dalmastri, Majara e Novi).

Ho creduto necessario però accertare prima la intensità del fenomeno e il grado e le particolarità con le quali la fosfaturia si manifestava.

L' interesse mio era posto essenzialmente sulla fosfaturia e perciò non ho curato

la eliminazione per le fecce se non per meglio precisare la interpretazione dei fatti. È certo che se la Fitina esercitava una influenza sulla eliminazione del fosforo, per le urine che qui io chiamo fosfaturia per rapidità di espressione, essa si sarebbe manifestata in fuori della eliminazione per le fecce; solamente nel caso in cui la fosfaturia non fosse stata modificata si sarebbe potuto pensare ad una influenza sulla eliminazione del tubo intestinale.

Ho richiamato sul principio il risultato già da me ottenuto mediante le iniezioni di glicerofosfato e cioè la forte diminuzione della diminuzione del fosforo per le fecce.

Un' altra serie di ricerche ho diretto a questo genere di verifiche, ma dato e non concesso, che la Fitina avesse dovuto produrre il medesimo risultato, tanto più degno di osservazione sarebbe stato il fatto di una limitazione della fosfaturia, se pur questa come fu veramente, avesse dovuto diminuire sotto l' azione della Fitina data per bocca.

Lasciando quindi da parte lo studio se questo preparato sia o non sia assorbito, assimilato e eliminato e toccando solamente la questione della maggiore o minore eliminazione del fosforo per le urine possiamo dividere le esperienze in 5 periodi.

1° Cura antirabica con midolli non virulenti e virulenti (giorni 8).

2° Cura antirabica e introduzione di Fitina (giorni 5).

3° Cura antirabica (midollo virulento) (giorni 1).

4° Cura antirabica e introduzione di glicerofosfato sodico (giorni 3).

5° Cura antirabica (midollo virulento) (giorni 1).

Nelle tabelle successive ho riunito le cifre che si riferiscono alle introduzioni ed eliminazioni nei singoli periodi studiati.

Tabella II

1° Periodo - 8 giorni di cura

Data	Età del midollo	P^2O^5 dei cibi (a)	P^2O^5 delle orine (b)	% di (b) su (a)
6 Febbraio .	7	2, 1841	1, 8993	86, 95
7 id. .	7	2, 9416	1, 8553	63, 06
8 id. .	6	2, 4721	1, 7174	69, 47
9 id. .	5	2, 1739	1, 7263	79, 40
10 id. .	4	2, 6566	2, 0371	76, 68
11 id. .	3	2, 2955	1, 5758	68, 65
12 id. .	6	2, 6798	1, 4420	53, 81
13 id. .	5	2, 2509	1, 3302	59, 10
	Media . .	2, 4568	1, 6979	69, 11

La media delle introduzioni di P^2O^5 con gli alimenti nelle mie prove del periodo normale del 1903 fu di gr. 2,4485 e la eliminazione per le orine fu di 1,3345.

Come si vede anche senza determinare precedentemente e forzatamente la dieta io no introdotto una quantità costante di anidride fosforica con gli alimenti allora come oggi.

Quanto alla eliminazione per le orine essa fu più elevata naturalmente, di quello che non fosse nel periodo normale e anche più alta che non nel periodo corrispondente di cura con midolli virulenti, quale compii nel 2° periodo del 1903.

In questo infatti eliminai in media 1,3452, mentre nelle prove attuali l' eliminazione fu di 1,6979.

Evidentemente le condizioni si presentavano bene per la prova della influenza della Fitina, nè può dirsi che forse in quest' anno la eliminazione normale dei fosfati fosse per me più elevata di 5 anni sono, perchè nel giorno immediatamente successivo alla cura la diminuzione toccò la cifra di 1,5343 più bassa cioè della media per la sola cura antirabica.

Quanto alla percentuale di eliminazione per le urine sulla quantità introdotta, essa si comportò in modo sensibilmente eguale a quella notata nelle esperienze del 1903 nelle quali fu di 68, mentre qui fu di 69, sicchè queste cifre di 68 e 69 rappresentano la media perdita di fosforo per le urine in rapporto con la sua introduzione con gli alimenti e durante un periodo di cura antirabica.

Posti così i dati di partenza e continuando la regolare cura coi midolli che si vedono segnati in principio, ingerii giornalmente la Fitina in dose di 1 gr. nei 2 primi giorni, di 1,25 nel terzo e di 1,50 nei successivi.

La tabella III porta le cifre che si riferiscono a questo 2° periodo di esperienze e in essa si vedono distinte le quantità di P^2O^5 corrispondenti alle dosi di Fitina ingerite in due volte durante i pasti della giornata.

TABELLA III

2° periodo — Azione della Fitina.

Data	P_2O_5			P_2O_5 (*b*) delle orine	% di (*b*) sopra (*a*)
	dei cibi	della fitina	Totale (*a*)		
14 Febbraio .	2, 5406	0, 4594	3, 0000	1. 4484	48, 28
15 id. .	*1, 2622	0, 4594	*1, 7216	1, 4059	* 81, 66
16 id. .	2, 4364	0, 5742	3, 0106	1, 4835	49, 28
17 id. .	2, 6525	0, 6891	3, 3416	1, 6008	47, 91
18 id. .	2, 1752	0, 6891	2, 8643	1, 0956	38, 25
Medie	2, 4512	0, 6029	3, 0541	1, 4070	46, 07

* Nelle medie non sono computati i valori del giorno 15 Febbraio.

Le cifre segnate con l'asterico rappresentano un fatto patologico e però non possono essere incluse nelle considerazioni dell' esperienza.

La mancanza di verdura, di frutta fresche, la regolarità metodica dei pasti diedero luogo a stitichezza e quindi a inappetenza, che si accentuò il giorno 15 fino a limitare la introduzione a gr. 1,2622, mentre durante questo periodo fu di gr. 2,4512, cioè il doppio circa.

In conseguenza, la eliminazione per le urine, la quale solamente in parte esprime una introduzione più o meno abbondante, ma in massima parte è il risultato della disassimilazione de' tessuti, mentre si conservò di poco più piccola degli altri giorni fu invece relativamente molto più grande in confronto alla introduzione, del quale fatto è prova la percentuale elevatissima dall' anidride emessa sulla introdotta cioè 81,66.

Questo fatto ha una importanza particolare e potrebbe essere studiato altrove, ma evidentemente esula dalla questione che ci interessa ora.

La Tabella III ci mostra che le introduzioni in questo secondo periodo si conservarono nelle loro medie allo stesso valore che nel precedente cioè 2,4567 nel I° periodo, 2,4512 nel 2°. La eliminazione anche in via assoluta, anche nelle singole giornate fu inferiore alla media del I° periodo, nel quale raggiunse 1,69, mentre nel secondo non fu che di 1,40.

Eppure in questo ultimo fu somministrata la Fitina cioè la introduzione dell' anidride fosforica si accrebbe in media di 0,60 !

In corrispondenza della maggiore introduzione e della minore eliminazione, la percentuale di questo sulla introduzione è fortemente diminuita, riducendosi da 68 o 69 a 46. — Osservo che anche computando la sola introduzione del fosforo alimentare la percentuale della eliminazione durante la somministrazione della Fitina sarebbe più bassa che non nel 1° periodo, essa infatti diverrebbe di 57, quindi molto al disotto del 68 o 69 già notati.

Molto minore fu questo risultato nelle esperienze dal 1903 per l'uso del glicerofosfato sodico introdotto per iniezioni ipodermiche. La percentuale in questo caso si portò da 68 a 61, mentre l' introduzione delle dosi di 20 centig. per bocca l'aveva rialzata a 70.

Gli effetti delle iniezioni di glicerofosfato si fecero notare nelle precedenti esperienze, tanto più facilmente in quanto essendosi eseguita anche la determinazione della eliminazione fecale si potè determinare l' avanzo o il deficit rispettivo e si trovò appunto che la introduzione ipodermica del glicerofosfato colmava il deficit non solo, ma permetteva un avanzo di fosforo, anche durante la cura antirabica.

In conclusione, durante il periodo di somministrazione della Fitina la eliminazione del fosforo per le orine diminuì in modo notevole, il che evidentemente depone per una influenza speciale della Fitina, poichè dato e non concesso che essa fosse rimasta inalterata nel tubo gastro enterico e fosse uscita tale e quale o modificata in modo inassorbibile per le fecce, non per questo avrebbe dovuto diminuire la elimina-

zione del fosforo per le orine e d'altra parte, come vedremo, il Giacosa ha dimostrato che solamente $\frac{1}{5}$ della Fitina introdotta resta nell' intestino e non è detto che ciò debba avvenire in tutti i casi. Né avrebbe potuto richiamarsi per essa un fatto simile a quello ammesso dal Bunge per il ferro medicamentoso, cioè un risparmio in via indiretta del ferro alimentare per precipitazione di quello medicamentoso in forma di solfuro ad opera dell' acido solfidrico ammesso nell' intestino, poichè nello stato attuale delle nostre conoscenze non sappiamo quali condizioni, che non sieno quelle generali che ostacolano l'assorbimento, valgano a impedire l' assorbimento del fosforo alimentare organico. Per i fosfati, il grado assai basso della loro diffusibilità messo in vista da molti autori, la difficoltà della loro eliminazione quando sieno introdotti nel circolo, come fu dimostrato anche nel mio laboratorio dal Finzi (1) rendono già conto del difficile loro assorbimento anche se si tratti di fosfati solubili.

Quanto alla Fitina il suo modo di comportarsi nel tubo intestinale fu già oggetto di studi notevoli.

Si deve a Gilbert e Posternak (2) il primo lavoro per ordine di tempo. Esso stabilisce un confronto fra l' assorbimento dei fosfati minerali, del glicerofosfato di calcio

TABELLA IV

Gilbert e Posternak — Medie giornaliere.

	Introd.	Feci	Orine	Totale	Avanzo		Percentuali P^2O^5
Az.	17, 96	5, 45	17, 72	23, 17	— 2, 21	Normale	delle orine sulla introduzione 81,9
P^2O^5	2, 43	0, 675	1, 991	2, 666	— 0, 236		
Az.	17, 96	2, 33	16, 62	18, 95	— 0, 99	con fosfati minerali gr. 1,20 P^2O^5 bicalc. e 2,60 P^2O^5 monocalc. in 5 giorni	64, — senza fosfato 84,1
P^2O^5	3, 19	1, 361	2, 044	3, 405	— 0, 215		
Az.	17, 96	2, 40	15, 85	18, 25	— 0, 29	Normale	78,9 Norm.
P^2O^5	2, 43	0, 643	1, 918	2, 561	— 0, 131		
Az.	17, 96	2, 11	16, 96	19, 07	— 1, 11	con glicerofosf. di calce gr. 2,966 P^2O^5 in 5 giorni	75, 1 senza glicfos. 93,5
P^2O^5	3, 023	9, 853	2, 272	3, 125	— 0, 102		
Az.	17, 96	2, 42	16, 23	18, 65	— 0, 69	Normale	79,5 Norm.
P^2O^5	2, 43	0, 683	1, 932	2, 615	— 0, 185		
Az.	17, 96	2, 20	16, 93	19, 13	— 1, 17	con fitina gr. 1 P^2O^5 ogni giorno	61,2 senza fitina 86,4
P^2O^5	3, 43 !	1, 208	2, 100	3, 308	+ 0, 122		

(1) Dr. Roberto Finzi. Modificazioni della composizione della saliva per alterazioni della crasi del sangue dovute ad iniezioni endovenose di fosfato neutro di sodio. *Bullettino delle Scienze Mediche.* Bologna, serie VIII, vol. III.

(2) A. Gilbert et S. Posternak. La medication phosphorée envisagée au point de vue des échauges etc. *L' Oeuvre Médico-Chirurgical,* n. 36, 1° Dic. 1903.

e della Fitina e studia quindi la eliminazione del fosforo nelle diverse condizioni sperimentali. Ho riunito in una tabella i risultati finali delle esperienze di Gilbert e Posternak.

Secondo queste esperienze di Gilbert e Posternak tutti i composti fosforati introdotti per bocca hanno dato un aumento di eliminazione per le fecce e per le urine. Il primo fatto dice che essi in parte almeno non furono assorbiti, il secondo, che assorbiti passarono nelle orine.

La sola Fitina diede poi un avanzo di fosforo, mentre gli altri prodotti avevano conservato il deficit normalmente stabilito come condizione sperimentale.

Però dobbiamo notare che la introduzione di Fitina fu ben forte, la somministrazione di essa portò un aumento della metà circa della introduzione normale, che da 2,43 fu condotta a 3,43. È lecito il pensare che l' avanzo si sarebbe avuto anche con fosforo di altra origine per esempio con una porzione di formaggio, il quale avrebbe anche prodotto un avanzo di Azoto!

Se studiamo le percentuali di eliminazione sulla introduzione vediamo che tutti i preparati fosforati valgono ad abbassarle e naturalmente ciò è in rapporto con la maggiore introduzione, ma se togliamo dal computo della introduzione l' anidride fosforica dovuta al preparato fosforato e formiamo le percentuali con la cifra così modificata osserviamo che queste si accrescono di molto dimostrando così che veramente nel fosforo delle orine si trovava in abbondanza quello del preparato introdotto.

Per la Fitina noi ci troviamo dunque in condizioni opposte a quelle notate da Gilbert e Posternak.

Il Giacosa (1) in una sua prima comunicazione trovò che in grossi cani cui si somministrarono dosi di 1 gr. di Fitina aggiunta alla razione costante giornaliera, la eliminazione della anidride fosforica per le orine, che prima oscillava intorno a gr. 0,20 nelle 24 ore giunse a gr. 0,60 nei due giorni consecutivi alla ingestione. La perdita per le fecce si elevò da 0,40 a 0,50.

Secondo queste prime osservazioni la Fitina si scomporrebbe quasi tutta nell' organismo e darebbe fosfati minerali e sarebbe ben assorbita rimanendone appena $\frac{1}{5}$ nelle fecce. In una seconda pubblicazione il Giacosa (2) ha veduto che la Fitina si scioglie nelle orine, si decompone lentamente nell' acqua, nel succo gastrioo, tanto che dopo un contatto di 8 ore a 38° si libera il 78 % dell' anidride fosforica introdotta.

Nell' uomo furono sopportate senza disturbi dosi giornaliere di 10 gr. e la eliminazione nelle 48 ore diede sopra 5300 c. c. di orine il 0,15 % di P_2O_5 per determinazione fatta sull' orina senza nessuna distruzione organica, mentre dopo di questa la determinazione diede il 0,158.

(1) Giacosa. Sulla Fitina e suo comportarsi nell' organismo. *Giorn. del'a R. Accad. di Med.* di Torino 1904, pag. 414.

(2) Idem. Sul comportamento di Fitina nell' organismo. *Giorn. della R. Accad. di Med.* di Torino, 1905 pag. 369.

Per questa piccola differenza si affermava che la Fitina non passa inalterata nelle orine ed il Giacosa conchiude che essa debba ritenersi un alimento.

Il Dr Maestro (1) ha studiato l'assorbimento della Fitina in 4 conigli, che erano tenuti a dieta costante e nei quali si può solamente indurre, che vi fosse equilibrio di fosforo dal fatto, che si ebbe in essi lieve aumento di peso.

I dati del Maestro sono riassunti nella tabella seguente insieme alle percentuali da me calcolate del fosforo delle urine sul fosforo totale eliminato. Questo in mancanza di ogni dato riferentesi alla introduzione io ho ritenuto potesse rappresentare anche il fosforo introdotto, dal momento che vi fu costanza di peso prima e dopo le esperienze.

TABELLA V

Maestro — Esperienze su Conigli.

		orine	fecce	totale	Percentuale della P^2O^5 orinaria sulla totale
Coniglio N.° 1	Medie di 6 giorni	0, 1026	0, 0765	0, 1891	54 % normale
	(Fitina) media di 2 giorni	0, 1527	0, 0952	0, 2479	61 % con 0,50 di fitina
	Media di 2 giorni dopo	0, 1702	0, 1073	0, 2775	60 % dopo la fitina
Coniglio N.° 2	Media prima della fitina	0, 1453	0, 048	0, 1933	74 % normale
	id. con 50 cg. di fitina	0, 1939	0, 279	0, 4729	41 % } 48 %
	idem	0, 1817	0, 1475	0, 3292	55 % }
	dopo la fitina	0, 1285	0, 077	0, 2055	62 %
Coniglio N.° 3	Prima della fitina	0, 1190	0, 0612	0, 1802	65 % normale
	con fitina	0, 165	0, 0602	0, 2252	73 %
	dopo la fitina	0, 1062	0, 0490	0, 1552	69 %
Coniglio N.° 4	Prima della fitina	0, 1275	0, 0504	0, 1779	71 % normale
	con la fitina	0, 1575	0, 0679	0, 2254	69 %
	dopo di essa	0, 1125	0, 0594	0, 1719	64 %

Dalle prove del Dr. Maestro non possiamo certamente ricavare notevoli dati di confronto perchè è solamente una induzione nostra che il fosforo emesso in totale rappresentasse quello introdotto con la alimentazione. Certamente le percentuali da me calcolate devono ritenersi superiori al vero in tutti i casi e forse anche questa differenza era variabile nelle diverse circostanze.

Comunque sia, noi vediamo che in un solo caso, nel 2°, la eliminazione del fosforo urinario durante l' introduzione di Fitina, fu relativamente inferiore alla normale

(1) D.r Leone Maestro Sull'assimilazione della Fitina. *Lo sperimentale,* Anno LIX, fasc. 3°-4°. Idem. *Fitina e Protilina.* Contributo allo studio del ricambio fosforganico. *La Clinica Moderna,* Anno XI.

e questa inferiorità fu realmente notevolissima dal 74 % si arrivò al 48 %. Nel 4° vi fu pure una piccola diminuzione, ma di lieve importanza da 71 a 69, e invece negli altri due vi fu aumento.

Ma ripeto il non conoscere quale rapporto esistesse fra l' introduzione e la eliminazione ci impedisce di conchiudere, se le risultanze del Dr. Maestro fossero simili alle nostre o non.

I risultati degli sperimentatori che mi hanno preceduto si avvicinano dunque in parte ai miei, ma per imperfette condizioni sperimentali non possono giungere alla dimostrazione, che mi pare invece data dalle mie ricerche.

Il risultato delle quali mi sembra molto evidente. La Fitina introdotta per bocca, coi pasti in dosi da 1 gr. a 1,50 per giorno risparmia una notevole perdita di fosforo che la cura antirabica produrrebbe ed è anche lecito indurre che tale fenomeno possa prodursi in condizioni affini di altre fosfaturie.

Quale interpretazione può darsi del fatto? Evidentemente la risposta a questo importantissimo quesito di terapia e di fisiologia è tutt' altro che semplice, occorrendo prima una sicura risposta ad altre questioni pregiudiziali. E per esempio occorre prima assicurare che la fosfaturia della cura antirabica sia unicamente il prodotto di una leucolisi, quale io ho altra volta indotto, oppure se tenga anche ad altro meccanesimo.

In secondo luogo occorre ben determinare quale sia il destino della Fitina nell' organismo nelle varie condizioni del bilancio fosforato in perdita cioè, in equilibrio, in risparmio di fosforo.

Senza di queste preliminari risoluzioni di quesito mi pare vano l' accarezzare induzioni e imaginare spiegazioni, mentre il fatto anche se relativamente empirico si impone nella pratica, come nello studio e ci conforta a sperare che in altri casi di fosfaturia la Fitina possa fare buona prova, sia indiretto o diretto il suo modo di funzionare.

Aggiungo a compimento delle mie osservazioni, come nelle due altre occasioni in cui ebbi a ricorrere alla cura antirabica e specialmente nella seconda cioè nel Dicembre 1903 cioè 4 anni e 2 mesi innanzi a questa ultima, ebbi a dolermi di fatti reattivi non indifferenti che accompagnavano ogni singola iniezione, poichè io dovevo allora come ora attendere tutto il giorno alle cose mie, quasi sempre in piedi nelle pratiche del laboratorio e dell' Istituto.

Invece nell' ultima occasione non ebbi disturbi di sorta. Era la fagocitosi più attiva per qualche condizione del mio organismo? Si doveva questo fatto ad una azione opsonica della Fitina? Era mera casualità? Io non so. Certamente il fatto fu chiaro ed evidente e merita studio ulteriore.

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE
FATTE DURANTE L'ANNO 1907
NELL' OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. MICHELE RAJNA

E DEGLI ASTRONOMI AGGIUNTI

RINALDO PIRAZZOLI e ALBERTO MASINI

(letta nell'adunanza del 17 Maggio 1908)

Metodo di osservazione.

Le osservazioni di cui qui si presentano i risultati sono quelle delle ore 9, 15 e 21 di ciascun giorno, prescritte dal R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica. Non si riportano, invece, i risultati dell' altra osservazione che si fa ogni mattina alle ore 7 dal 1° aprile al 30 settembre e alle ore 8 dal 1° ottobre al 31 marzo e che serve per il telegramma da spedirsi al predetto Ufficio.

L' altezza barometrica si legge sempre a un barometro Fortin, cui si applica la correzione costante + 0^{mm}, 46, determinata anni addietro per cura dell' Ufficio centrale. Il pozzetto del barometro si trova a 83^{m}, 8 di altitudine sul livello del mare (1).

La temperatura dell' aria si legge sul termometro asciutto del psicrometro di August, posto nella gabbia meteorica, e le temperature estreme su termometri a massima e a minima, collocati anche questi nell' istessa gabbia, al nord e all' ombra. I termometri si trovano a quasi 39 metri di altezza sul suolo, od a 91 metri di altezza sul livello del mare

La quantità delle precipitazioni si ottiene in millimetri di acqua mediante il pluviometro registratore di Fuess, provvisto di un sistema di riscaldamento ad immersione per ottenere la fusione della neve. A questo sistema di riscaldamento è innestato un termometro il quale permette di verificare che il liquido riscaldato non rag-

---

(1) Da misure dirette prese nell'anno 1904 risulta che il pozzetto del barometro si trova a 28^{m}, 76 di altezza sul caposaldo della livellazione di precisione situato alla base della torre dell'Osservatorio, sulla facciata esposta a sud-ovest. Dietro cortese comunicazione dell' Istituto Geografico Militare, tale caposaldo ha la quota di 55^{m}, 066 sopra il livello medio del mare a Genova. Quindi il pozzetto del barometro ha l'altitudine di 55^{m}, 07 + 28^{m}, 76 = 83^{m}, 83.

giunga una temperatura troppo elevata, da alterare, per evaporazione, la quantità di acqua caduta. Il pluviometro è collocato nel punto più elevato della torre, a un' altezza di 49 metri sul suolo o di 101 metri sul livello del mare.

La tensione del vapor acqueo e l' umidità relativa si determinano con un psicrometro di August provvisto di ventilatore a palette, del solito modello adottato in Italia.

L' apprezzamento della nebulosità si fa stimando ad occhio, in ciascuna osservazione, quanti decimi di cielo sono ricoperti dalle nubi.

La provenienza del vento si desume dalla direzione della banderuola dell' anemoscopio all' atto dell' osservazione. Per la velocità si prende la media giornaliera dei chilometri indicati dall' anemometro di Fuess a registrazione elettrica.

L' evaporazione dell' acqua si misura ogni giorno alla sola osservazione dalle ore 15 nell' evaporimetro posto nella gabbia meteorica e quindi protetto dai raggi solari e dalle precipitazioni.

Il pluviometro e l' anemometro di cui è fatto cenno furono collocati per cura del prof. Bernardo Dessau nel tempo in cui egli diresse interinalmente l' Osservatorio (1900-903); a lui si deve pure l' acquisto di tre strumenti registratori di Richard, un barografo, un termografo e un igrografo, i quali con le loro registrazioni continue servono di controllo alle osservazioni dirette.

Riassunto dei quadri mensili.

Barometro

La pressione atmosferica il giorno 24 gennaio segnò mm. 777, 7, altezza molto considerevole, se non eccezionale, e che non fu più raggiunta in tutto il corso dell' anno. Dopo neppure un mese di tale massima, il barometro discese alla minima pressione annua di mm. 736, 2 il giorno 21 febbraio. La differenza fra questi due estremi rappresenta l' intiera escursione di mm. 41,5; e questa importante onda barometrica fu accompagnata, nei primi giorni, da un sensibile abbassamento di temperatura e da neve, e negli ultimi giorni, cioè in prossimità della minima pressione, da aumento di temperatura e da cielo sereno. Oltre a questa, molte altre oscillazioni secondarie si verificarono durante l' anno; e di particolare importanza, per l' ampiezza dell' oscillazione e per il breve intervallo di tempo nel quale avvenne, fu quella fra il 14 e il 18 dicembre, in cui il barometro da mm. 738, 0 salì a mm. 769, 0 e con esso il cielo da nuvolo-piovoso divenne sereno. La media generale di tutto l' anno risultò di mm. 754, 8; da questa si allontanarono le medie mensili di gennaio e di aprile, questa risultando alquanto inferiore, quella alquanto superiore.

Temperatura

Come l' anno antecedente si chiuse con un sensibile abbassamento di temperatura (— 5°, 0, minima di tutto l' anno) così quest' anno è incominciato con basse temperature che raggiunsero il 29 gennaio la minima annuale di — 8°, 3. Il freddo però non si protrasse oltre la prima metà di febbraio, sicchè l' inverno, incominciato con un certo rigore, ha avuto una breve durata ed è stato seguito da una primavera precoce, quanto mai dolce e favorevole all' agricoltura.

Il calore estivo, normale rispetto all' intensità, ma di lunga durata, si è esteso dalla metà di maggio a tutto settembre e la massima temperatura annua è avvenuta alquanto in ritardo, il 6 agosto, con 34°, 3. L' autunno, come la primavera, è riuscito mite, senza oscillazioni notevoli di temperatura. La media annua risultò di 13°,3. La media mensile più elevata è stata di 24°, 4 nel mese di agosto, la più bassa di — 0°, 5 in gennaio.

Precipitazioni

Si sono avuti in tutto 94 giorni con precipitazioni, irregolarmente distribuiti nei vari mesi. Il minor numero, 3 giorni, lo hanno dato i mesi di marzo e di maggio; il maggiore, 16 giorni, il mese di ottobre. La quantità totale di acqua raccolta è stata di mm. 547, 7, ed è piuttosto bassa, essendo risultata inferiore a tutte le quantità annuali misurate nell' ultimo decennio. Nel numero di giorni con precipitazioni sono compresi anche i giorni di neve, che furono 5 in gennaio, 2 in febbraio, e i 4 giorni di neve mista a pioggia in febbraio. La maggior quantità mensile di acqua fu quella di ottobre, mm. 106, 7; la minore in marzo, mm. 0, 7.

Tensione del vapor acqueo

La massima tensione del vapore acqueo fu raggiunta in agosto, mm. 18, 5 il giorno 9, e lo stesso agosto ebbe la media mensile più elevata, mm. 12, 5. Così il valore estivo della tensione subì lo stesso ritardo già notato nel valore corrispondente della temperatura. Il giorno di minima tensione fu il 21 marzo, mm. 0, 5 ; ma la media mensile più bassa risultò quella di gennaio, mm. 3, 5 ; in perfetta corrispondenza, anche questa, colla media mensile più bassa della temperatura. La tensione media annua è stata di mm. 8, 0.

Umidità relativa

La media umidità relativa dell' anno è stata di 64 centesimi; la media mensile più elevata fu quella di dicembre, 79 centesimi; la media più bassa quella di luglio,

50 centesimi. In generale le medie mensili risultarono pressochè inversamente proporzionali alle corrispondenti medie della temperatura.

Il giorno di minore umidità relativa fu il 21 marzo con soli 4 centesimi; il punto di saturazione, 100, fu raggiunto tre sole volte: il 30 gennaio, l' 8 febbraio e il 3 dicembre.

Nebulosità

Il numero totale dei giorni sereni (nei quali cioè la somma delle nebulosità delle tre osservazioni giornaliere risultò compresa fra 0 e 3) fu di 102; dei giorni misti (nei quali la detta somma rimase compresa fra 4 e 26) fu di 204; dei giorni coperti (nei quali la stessa somma variò fra 27 e 30) fu di 59. Giugno, luglio e agosto non ebbero alcun giorno di cielo totalmente coperto da nubi ed in agosto pure si ebbe il maggior numero di giornate serene. Dicembre invece ebbe il maggior numero di giornate con cielo coperto.

Provenienza e velocità del vento

Delle 1095 osservazioni, a tre per giorno, 92 volte non si è notata la provenienza del vento, perchè l' anemometro indicava la calma. Le rimanenti 1003 sono rappresentate per più della metà dal vento di ponente; cioè 285 volte da solo, 236 in composizione col meridionale e 117 col settentrionale. Il più raro è stato il vento di levante, che fu osservato soltanto 38 volte da solo, mentre esso è stato abbastanza frequente composto col meridionale e col settentrionale, rispettivamente 117 e 95 volte. La velocità media oraria dell' anno, desunta dalle medie orarie diurne, risultò di Km. 8, 5.

Evaporazione

L' evaporazione totale dell' acqua fu di mm. 1329, 6, pari a mm. 3, 6 di media diurna. La maggior quantità mensile corrispose al mese più caldo, agosto, mm. 204, 3; la minore al mese più freddo, gennaio, mm. 42, 0. Negli altri mesi non sempre si riscontrò corrispondenza fra la temperatura e la quantità dell' acqua evaporata, concorrendovi altri elementi, quali la umidità relativa, la forza del vento etc., ad alterarne i risultati.

QUADRI NUMERICI

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GENNAIO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	755, 8	754, 5	756, 5	755, 6	— 4, 0	0, 4	— 1, 1	1, 0	— 5, 6	— 2, 4		
2	758, 1	758, 0	757, 0	757, 7	— 2, 8	0, 4	— 1, 7	0, 7	— 4, 5	— 2, 1		
3	752, 9	750, 6	749, 7	751, 1	— 1, 6	1, 1	0, 4	1, 3	— 4, 0	— 1, 0		
4	749, 8	752, 1	755, 1	752, 3	1, 4	0, 8	1, 3	2, 0	0, 1	1, 2		
5	760. 4	762, 0	764, 4	762, 3	1, 7	3, 4	1, 9	3, 7	1, 1	2, 1		
6	765, 6	763, 9	762, 1	763, 9	0 2	1, 8	1, 4	2, 4	— 0, 4	0, 9		
7	762, 7	762, 6	763, 1	762, 8	0, 0	1, 4	0, 6	1, 9	— 1, 3	0, 3		
8	762, 2	761, 1	761, 6	761, 6	— 0, 5	1, 2	1, 8	2, 2	— 1, 9	0, 4		
9	762, 8	762, 1	762, 1	762, 3	0, 4	3, 0	3, 7	3, 7	0, 4	2, 1		
10	761, 5	760, 5	760, 4	760, 8	1, 8	4, 3	3 3	4, 7	1, 0	2, 7		
11	759 5	758, 6	761, 2	759, 8	0, 4	2, 7	2, 4	4, 0	— 0, 9	1, 5		
12	764, 3	764, 4	764, 3	764, 3	3, 2	6, 0	3, 6	6, 2	1, 3	3, 6	0, 1	pioggia
13	763, 1	761, 4	761, 5	762, 0	1, 6	4, 2	3, 2	4, 5	1, 5	2, 7		
14	762, 0	762, 0	763, 3	762, 4	0, 5	3, 0	1, 4	3, 6	— 0, 4	1, 3		
15	764, 1	764, 5	764, 9	764, 5	2, 1	1, 2	— 3, 2	3. 2	— 3, 2	— 0, 3		
16	765, 4	765, 0	764, 8	765. 1	— 3, 6	0, 2	— 0, 7	0, 8	— 5, 9	— 2, 4		
17	765, 0	767, 5	769, 9	767, 5	— 1, 2	— 2, 4	— 2, 8	2, 9	- 4, 8	— 1, 5		
18	771, 3	769, 8	767, 9	769, 7	1, 6	4, 4	3, 3	4, 8	— 5, 7	1, 0		
19	761, 0	759, 4	760, 0	760, 1	5, 4	6, 4	1, 1	7, 0	— 1, 5	3, 0		
20	764, 8	764, 8	765, 9	765, 2	— 2, 6	4, 2	— 0, 7	4. 3	— 3, 6	— 0. 7		
21	762, 4	760, 1	760, 2	760, 9	— 0, 6	0, 4	— 0, 7	2, 2	— 1, 5	— 0, 2		
22	762, 8	763, 6	766, 2	764, 2	— 1, 2	— 1, 4	— 2, 3	0, 6	— 2, 3	— 1, 3		
23	770, 2	771, 4	774, 9	772, 2	— 7, 3	— 5, 8	— 6, 2	— 2, 3	— 7, 6	— 5, 9		
24	777, 5	777, 7	776, 4	777, 2	— 5, 4	— 4, 8	— 4, 2	— 4, 2	— 6, 5	— 5, 1		
25	772, 7	770, 2	768, 1	770, 3	— 3, 6	— 2, 8	— 2, 4	— 1, 6	— 4, 4	— 3, 0	0, 3	neve
26	760, 4	755, 3	750, 2	755, 3	— 1, 5	— 0, 4	— 0, 2	— 0, 1	— 2, 9	— 1, 2	0, 4	neve
27	753, 8	755, 2	758, 4	755, 8	0, 1	0, 3	— 1, 3	1, 2	— 1, 3	— 0, 3	2, 1	neve
28	760, 4	758, 7	757, 7	758. 9	— 3. 2	— 1, 6	— 3, 4	— 0, 2	— 4, 2	— 2, 8		
29	754, 3	752, 0	750, 5	752, 3	— 6, 0	— 3, 4	— 5, 5	— 3, 0	— 8, 3	— 5, 7		
30	742. 0	740, 2	740, 3	740, 8	— 3, 7	— 3, 3	— 0, 5	— 0, 5	— 7, 0	— 2, 9	0, 5	neve
31	742, 7	743, 0	745, 7	743, 8	— 0, 2	2, 0	— 3, 0	2, 6	— 3, 0	— 0, 9	1, 1	neve
	761, 0	760, 4	760, 8	760, 8	— 0, 9	0, 9	— 0, 3	1, 9	— 2, 8	— 0, 5	4 5	

Altezza barometrica massima	777, 7 mm	g. 24		Temperatura massima	7, 0 °	g.	19
» » minima	740, 2	» 30		» minima	— 8, 3	»	29
» » media	760, 8			» media	— 0, 5		

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 29, 30.
Brina nei giorni 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GENNAIO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	2, 2	4, 3	2, 9	?, 1	64	85	69	73	5	0	0	W	SW	W	4	gelato
2	3, 1	3, 0	3, 1	3, 1	82	64	77	74	8	8	6	NW	?	W	2	gelato
3	2, 8	3, 6	3, 9	3, 4	68	72	81	74	5	8	10	W	SW	W	7	gelato
4	4, 3	4, 5	4, 6	4, 5	85	92	91	89	10	10	10	N	SW	W	10	5,1[1]
5	3, 4	3, 0	3, 0	3, 1	64	51	56	57	3	0	0	NW	SW	SW	10	1,1
6	2, 3	2, 8	3, 4	2, 8	50	54	67	57	0	8	0	SW	W	SW	6	gelato
7	3, 1	3, 4	3, 3	3, 3	67	65	68	67	0	5	4	SW	?	W	5	gelato
8	4, 0	3, 5	4, 6	4, 0	90	69	87	82	3	6	6	NE	NW	W	2	gelato
9	4, 1	3, 8	4, 1	4, 0	87	66	68	74	7	2	0	W	NW	W	10	gelato
10	3, 5	3, 9	3, 7	3, 7	65	63	63	64	0	0	0	W	SW	SW	5	9,4[1]
11	4, 1	4, 0	4, 5	4, 2	87	72	82	80	0	0	10	W	NE	W	3	1,0
12	4, 2	4, 5	4, 2	4, 3	73	64	70	69	0	0	0	SW	SW	S	9	1,6
13	3, 6	3, 5	4, 2	3, 8	69	57	73	66	2	4	6	SW	W	?	6	1, 9
14	4, 2	4, 1	4, 0	4, 1	87	72	78	79	0	4	4	S	?	SW	3	1, 0
15	4, 1	4, 1	2, 7	3, 6	77	81	73	77	0	0	0	SW	W	W	4	1, 2
16	3, 0	4, 1	3, 4	3, 5	86	89	75	83	0	0	0	NE	W	W	2	gelato
17	?, 5	3, 5	3, 1	3, 4	84	92	82	86	0	10	10	W	E	W	4	gelato
18	4, 0	4, 7	4, 3	4, 3	79	74	74	76	0	0	0	W	W	SW	8	gelato
19	3, 5	4, 3	3, 9	3, 9	52	59	80	64	0	0	0	W	SW	SE	10	6,5[1]
20	3, 6	4, 0	3, 9	3, 8	96	65	90	84	10	0	10	NW	E	W	6	gelato
21	3, 9	4, 0	4, 0	4, 0	89	85	92	89	7	10	10	NW	N	N	4	gelato
22	3, 2	3, 0	3, 1	3, 1	76	72	81	76	9	10	10	NE	N	NE	14	gelato
23	1, 9	2, 5	2, 0	2, 1	72	85	69	75	10	10	10	N	N	NW	20	gelato
24	2, 0	2, 7	2, 9	2, 5	65	85	86	79	10	10	10	W	SW	W	7	gelato
25	3, 0	3, 1	3, 4	3, 2	86	82	87	85	10	10	10	SW	SW	SW	2	gelato
26	3, 7	4, 0	4, 2	4, 0	90	89	92	90	10	10	10	SW	SW	NW	5	gelato
27	4, 5	4, 6	2, 9	4, 0	98	98	70	89	10	0	2	NE	E	N	7	gelato
28	2, 8	2, 8	2, 8	2, 8	78	68	78	75	0	0	0	W	W	W	5	gelato
29	2, 7	2, 7	2, 3	2, 6	92	75	77	81	0	4	0	W	?	?	1	gelato
30	3, 1	3, 4	4, 4	3, 6	89	95	100	95	10	10	10	W	W	SW	7	gelato
31	3, 1	3, 6	3, 1	3, 3	68	67	85	73	0	5	7	SW	E	N	7	13,2
	3, 4	3, 6	3, 5	3, 5	78	74	78	77	4	5	5				6	1, 4

Tens. del vapor acq mass. 4,7 mm g. 18
» » » » min. 1, 9 » 23
» » » » media 3, 5

Umidità relativa mass. 100 g. 30
» » min 50 » 6
» » media 77

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
8	6	4	1	2	25	33	8

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
5

(1) Comprende anche l' evaporazione dei giorni precedenti in cui l' evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	FEBBRAIO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	750, 8	751, 4	753, 1	751, 8	— 2, 3	0, 4	— 1, 4	0, 7	— 4, 8	— 2, 0		
2	755, 7	756, 1	757, 1	756, 3	— 2, 0	0, 0	— 2, 0	0, 5	— 3, 0	— 1, 6		
3	757, 0	755, 6	756, 1	756, 2	— 1, 7	— 0, 5	— 0, 4	— 0, 4	— 3, 7	— 1, 6		
4	756, 3	755, 7	755, 3	755, 8	— 1, 0	1, 2	— 0, 7	1, 3	— 2, 1	— 0, 6		
5	753, 5	753, 5	754, 4	753, 8	— 2, 1	— 0, 4	— 0, 1	— 0, 1	— 2 3	— 1, 2	1, 0	neve
6	754, 3	753, 1	753, 4	753, 6	0, 3	0, 8	1, 5	1, 5	— 0, 1	0, 8	2, 6	neve e pioggia
7	754, 4	754. 0	754, 9	754, 4	1, 4	2, 3	2, 2	2, 6	1, 2	1, 9	0, 9	pioggia
8	753, 6	752, 5	751, 6	752, 6	0, 8	0, 8	0, 6	2, 2	0, 6	1, 1	1, 0	neve e pioggia
9	751, 2	751. 3	752, 2	751, 6	0, 8	2, 0	1, 3	2, 2	0, 2	1, 1	0, 1	neve
10	752, 4	751, 9	752, 3	752, 2	0, 4	1, 4	1, 1	1, 7	0, 3	0, 9		
11	751, 2	751, 0	752, 3	751, 5	0, 4	1, 7	1, 2	1, 9	— 0, 1	0, 9		
12	753, 6	752, 5	752, 0	752, 7	0, 2	2, 1	0, 7	2, 3	— 0, 4	0, 7		
13	749, 1	746, 2	746, 5	747, 3	— 0, 8	1, 0	— 0, 2	1, 3	— 2, 2	— 0, 5	0, 5	neve e pioggia
14	749, 5	750, 2	752, 1	750, 6	1, 8	3. 2	2, 4	3, 6	— 0, 3	1, 9	1, 1	neve e pioggia
15	754, 4	754, 2	755, 0	754, 5	2. 2	4, 0	3, 0	4, 4	2, 0	2, 9		
16	755, 6	754, 3	754, 1	754, 7	2, 8	4, 4	1, 6	4, 5	1, 2	2, 5		
17	754, 5	754, 7	753, 1	754, 1	2, 9	5, 0	4, 0	5, 6	0, 8	3. 3		
18	754, 0	754, 8	756, 1	755, 0	2, 6	7, 2	6, 1	7, 3	1, 0	4, 3		
19	757, 3	757, 3	757, 4	757, 3	3, 0	5, 4	4, 2	6, 6	1, 2	3, 8		
20	752, 8	744, 8	736, 4	744, 7	2, 3	10, 3	9, 2	10, 8	2, 3	6, 2		
21	736, 2	739, 2	742, 0	739, 1	5, 2	7, 2	6, 4	10, 5	5, 0	6, 8		
22	747, 2	747, 9	749, 1	748, 1	5, 6	7. 1	5, 0	7, 4	4, 6	5, 7		
23	750, 5	749, 7	750, 6	750, 3	0, 6	4, 6	4, 2	5, 1	0, 6	2. 6		
24	753, 1	752, 6	754, 2	753, 3	3, 2	6, 2	4, 4	6, 4	2, 3	4, 1		
25	755, 7	754, 0	757, 1	755, 6	1, 0	4, 5	2, 8	4, 9	0, 1	2, 2		
26	762, 0	761, 4	762, 3	761, 9	1, 4	6, 0	3, 3	6, 4	— 0, 9	2, 6		
27	762. 2	760, 7	760, 6	761, 2	2, 4	7, 0	5, 4	8, 0	1, 8	4, 4		
28	760, 7	759, 5	760, 5	760, 2	4, 2	9, 2	4, 9	9, 9	2, 6	5, 4		
	753, 5	752, 9	753, 3	753, 2	1, 3	3, 7	2, 5	4, 3	0, 3	2, 1	7, 2	

Altezza barometrica massima	mm 762, 3	g.	26	Temperatura massima	10°, 8	g.	20
» » minima	736, 2	»	21	» minima	- 4, 8	»	1
» » media	753, 2			» media	2, 1		

Nebbia nei giorni 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 23, 24, 28.
Brina nel giorno 25.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

FEBBRAIO 1907 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	2, 4	3, 4	3, 6	3, 1	61	71	88	73	6	0	8	W	SW	SW	6	gelato
2	2, 8	3, 1	3, 1	3, 0	71	67	79	72	5	0	3	W	W	SW	12	gelato
3	2, 6	3, 2	3, 6	3, 1	64	72	80	72	8	9	10	SW	SW	W	9	gelato
4	3, 1	3, 5	3, 7	3, 4	73	69	84	75	10	3	4	W	SW	W	9	gelato
5	3, 7	4, 3	4, 5	4, 2	98	96	98	97	10	10	10	W	W	W	14	gelato
6	4, 6	4, 5	5, 0	4, 7	98	92	98	96	10	10	10	SW	W	SW	8	gelato
7	4, 9	4, 9	4, 9	4, 9	96	91	91	93	10	10	10	W	W	S	8	gelato
8	4, 9	4, 5	4, 7	4, 7	100	92	98	97	10	10	10	W	W	W	5	gelato
9	4, 5	4, 2	4, 4	4, 4	92	79	87	86	10	10	10	W	SW	W	7	gelato
10	4, 6	4, 3	4, 1	4, 3	96	85	83	88	10	10	10	W	W	W	5	9, 8 (1)
11	4, 4	3, 8	4, 3	4, 2	92	72	85	83	9	9	5	NW	SW	SW	6	1, 9
12	4, 4	3, 4	3, 9	3, 9	94	64	83	80	8	0	2	?	SW	SW	5	2, 2
13	4, 2	4, 0	4, 4	4, 2	96	81	98	92	10	10	10	?	NW	W	6	gelato
14	4, 3	4, 6	4, 5	4, 5	82	80	82	81	10	10	10	W	SW	W	11	gelato
15	5, 0	4, 5	4, 4	4, 6	93	74	78	82	10	8	0	SW	W	W	10	3, 4 (1)
16	3, 2	3, 1	3, 8	3, 4	57	50	74	60	0	3	0	SW	E	W	7	2, 5
17	3, 5	3, 9	3, 2	3, 5	62	60	52	58	1	0	0	W	SW	NW	10	3, 3
18	3, 6	3, 2	4, 0	3, 6	65	55	57	59	0	0	0	SW	E	SW	8	2, 5
19	3, 0	3, 7	4, 0	3, 6	53	55	65	58	0	0	0	W	W	?	6	2, 6
20	4, 2	5, 3	6, 0	5, 2	77	57	69	68	5	7	8	?	SW	SW	11	1, 6
21	2, 3	2, 4	2, 9	2, 5	34	32	40	35	6	3	0	NW	SW	W	22	4, 3
22	2, 0	1, 7	2, 0	1, 9	30	22	31	28	0	0	0	W	W	SW	17	6, 0
23	3, 4	3, 0	3, 7	3, 4	72	47	60	60	7	4	8	W	SW	W	8	2, 9
24	4, 3	4, 0	4, 1	4, 1	74	56	65	65	10	3	7	NW	W	W	2	1, 5
25	3, 7	3, 1	3, 0	3, 3	75	48	54	59	0	1	0	NW	W	SW	6	2, 0
26	3, 4	2, 5	3, 2	3, 0	65	36	55	52	0	0	0	W	N	W	8	2, 2
27	3, 0	3, 5	3, 5	3, 3	55	47	52	51	0	0	0	W	W	SW	9	3, 2
28	4, 0	4, 2	4, 3	4, 2	65	49	65	60	0	0	0	?	W	W	4	2, 2
	3, 7	3, 7	4, 0	3, 8	75	64	73	71	6	5	5				9	1, 9

Tens. del vapor acq. mass. 6, 0 mm g. 20
» » » » min. 1, 7 » 22
» » » » media 3, 8

Umidità relativa mass. 100 g. 8
» » min. 22 » 22
» » media 71

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	0	2	0	1	26	43	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
5

(1) Comprende anche l' evaporazione dei giorni precedenti in cui l' evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MARZO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	761,4	759,7	760,4	760,5	3,5	10,0	7,4	10,5	2,2	5,9		
2	762,6	761,9	761,6	762,0	2,9	9,6	4,8	9,9	1,6	4,8		
3	758,5	758,9	759,7	759,0	2,3	4,6	4,3	5,8	1,1	3,4		
4	760,9	762,3	765,0	762,7	3,0	6,4	3,8	6,7	1,4	3,7		
5	767,0	765,5	765,7	766,1	0,9	6,0	4,3	6,1	0,0	2,8		
6	764,8	760,8	759,8	761,8	2,5	3,4	3,1	4,3	2,3	3,1	0,3	pioggia
7	759,6	759,1	760,0	759,6	5,0	8,8	7,5	9,3	2,7	6,1		
8	758,6	756,1	756,3	757,0	6,0	11,4	8,1	11,6	4,6	7,6		
9	753,4	751,6	755,5	753,5	7,3	14,4	9,1	14,5	5,5	9,1		
10	755,2	752,4	750,4	752,7	7,2	12,0	9,2	12,3	4,3	8,3		
11	744,6	744,1	747,6	745,4	3,2	7,8	6,4	9,2	2,2	5,3	0,1	pioggia
12	755,9	755,3	758,4	756,5	1,0	5,4	1,7	6,4	0,6	2,4	0,3	pioggia
13	759,4	757,5	757,0	758,0	1,6	5,0	3,5	6,2	0,3	2,9		
14	750,8	748,1	750,4	749,8	5,0	8,2	5,1	8,6	2,4	5,3		
15	754,7	755,5	757,4	755,9	5,5	10,8	6,9	10,9	3,1	6,6		
16	759,6	758,3	758,3	758,7	5,5	11,2	8,0	11,9	3,1	7,1		
17	757,4	754,6	754,5	755,5	7,7	13,4	10,2	13,6	3,4	8,7		
18	755,7	755,1	755,0	755,3	10,4	15,0	10,3	15,7	7,8	11,1		
19	754,4	753,0	757,5	755,0	9,7	17,4	11,4	17,8	7,9	11,7		
20	760,0	756,3	754,4	756,9	11,2	21,0	15,4	21,3	7,0	13,7		
21	758,1	758,2	761,0	759,1	10,6	15,0	9,0	15,4	9,0	11,0		
22	764,0	762,2	759,3	761,8	8,2	14,0	11,1	15,3	4,9	9,9		
23	750,9	748,1	751,2	750,1	8,3	15,0	9,2	19,4	7,2	11,0		
24	755,6	756,9	759,5	757,3	8,1	11,0	7,9	11,2	5,2	8,1		
25	762,5	760,6	760,8	761,3	7,8	12,2	6,6	13,1	3,6	7,8		
26	761,4	759,8	760,1	760,4	7,1	12,8	7,7	14,0	2,4	7,8		
27	761,9	762,5	762,6	762,3	8,4	8,4	6,1	10,2	4,8	7,4		
28	762,0	760,3	759,2	760,5	5,2	11,0	8,4	11,5	2,0	6,8		
29	757,2	754,5	754,0	755,2	9,8	15,7	12,8	18,2	7,1	12,0		
30	753,4	752,4	755,3	753,7	11,1	16,4	8,9	16,5	7,8	11,1		
31	756,9	755,8	756,4	756,4	8,8	13,2	8,8	13,3	7,3	9,6		
	758,0	756,7	757,6	757,4	6,3	11,2	7,6	12,0	4,0	7,5	0,7	

Altezza barometrica massima	767,0 mm	g	5	Temperatura massima	21°,3	g.	20
» » minima	744,1	»	11	» minima	0,0	»	5
» » media	757,4			» media	7,5		

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 28.
Brina nei giorni 3, 4.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83ᵐ, 8)

MARZO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9ʰ	15ʰ	21ʰ	Media	9ʰ	15ʰ	21ʰ	Media	9ʰ	15ʰ	21ʰ	9ʰ	15ʰ	21ʰ		mm
1	4,6	4,6	4,1	4,4	78	50	53	60	0	0	0	W	W	W	7	1,9
2	4,4	4,6	4,7	4,6	78	52	73	68	0	0	0	NW	NW	S	12	1,8
3	4,6	5,5	5,5	5,2	84	87	89	87	5	10	10	?	W	E	2	1,3
4	5,1	3,7	4,0	4,3	89	51	67	69	10	7	0	E	N	SE	9	0,9
5	4,0	2,7	4,5	3,7	81	39	72	64	5	8	9	SW	NW	SE	5	1,7
6	5,0	4,9	4,7	4,9	91	83	81	85	10	10	10	?	SW	W	3	1,5
7	4,3	4,9	4,4	4,5	66	58	57	60	8	0	0	W	W	W	7	1,5
8	4,7	4,0	4,7	4,5	67	39	58	55	0	0	0	W	NW	S	9	3,0
9	4,3	1,3	3,7	3,1	57	11	42	37	0	0	0	W	W	W	20	4,6
10	3,8	2,8	3,8	3,5	50	26	44	40	2	0	0	S	W	SW	7	5,6
11	5,6	5,1	6,1	5,6	97	64	85	82	10	10	10	W	W	SW	5	2,4
12	2,6	1,6	1,5	1,9	52	23	29	35	0	3	0	NE	N	N	15	3,4
13	2,1	1,6	2,5	2,1	40	25	43	36	0	0	0	W	W	S	7	3,8
14	2,8	3,0	3,0	2,9	42	37	45	41	1	4	4	SE	E	N	17	7,2
15	1,7	1,0	2,3	1,7	25	11	30	22	0	5	0	SW	NW	N	15	5,3
16	2,7	1,8	2,9	2,5	40	18	36	31	0	0	0	SW	NE	SW	6	3,7
17	2,9	3,7	4,8	3,8	37	32	52	40	0	4	0	NW	E	SW	7	3,9
18	6,4	5,7	6,4	6,2	67	45	69	60	5	0	0	SW	SW	SW	7	4,0
19	5,9	6,4	7,6	6,6	65	43	76	61	3	0	8	NW	S	S	19	4,1
20	5,4	1,6	2,2	3,1	55	8	17	27	0	0	0	W	SW	SW	14	5,6
21	2,6	0,5	2,1	1,7	27	4	25	19	0	4	0	W	NW	W	22	9,2
22	2,3	1,1	3,4	2,3	28	10	34	24	0	2	0	W	SW	W	6	5,3
23	4,2	5,0	3,6	4,3	52	39	41	44	5	0	0	?	NE	NE	20	6,4
24	4,3	1,9	1,9	2,7	53	19	23	32	7	0	0	NE	NE	SW	16	3,9
25	2,6	2,4	3,4	2,8	33	23	47	34	0	0	0	?	W	S	9	4,2
26	3,7	4,0	3,5	3,7	49	37	44	43	1	5	3	?	NW	SE	4	3,8
27	5,1	3,9	4,0	4,3	62	47	57	55	6	3	2	SE	NE	SE	19	3,2
28	3,6	2,9	4,2	3,6	54	30	51	45	10	3	0	?	NW	SW	10	3,0
29	3,0	4,1	3,6	3,6	34	31	32	32	0	0	0	SW	W	SW	10	5,0
30	3,7	3,9	5,9	4,5	38	28	69	45	0	0	0	W	NE	E	21	5,7
31	6,6	4,5	4,5	5,2	78	41	53	57	9	0	10	SE	NW	SE	17	2,3
	4,0	3,4	4,0	3,8	57	36	51	48	3	3	2				11	3,8

Tens. del vapor acq. mass. 7,6 mm g. 19
» » » » min. 0,5 » 21
» » » » media 3,8

Umidità relativa mass. 97 g. 11
» » min. 4 » 21
» » media 48

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
5	8	5	8	7	18	25	11

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

3

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83ᵐ, 8)

Giorni del mese	APRILE 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9ʰ	15ʰ	21ʰ	Media	9ʰ	15ʰ	21ʰ	Mass.	Min.	Media mass. min. 9ʰ, 21ʰ		
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	754,7	752,5	752,1	753,1	9,3	14,8	10,1	15,0	6,0	10,1		
2	752,2	751,0	750,6	751,3	9,0	12,6	9,7	12,8	8,1	9,9		
3	749,0	746,1	744,8	746,6	9,0	12,8	9,9	13,4	7,5	10,0		
4	738,3	737,5	737,9	737,9	8,0	8,4	7,9	9,9	7,3	8,3	26,9	pioggia
5	738,6	740,6	742,7	740,6	7,8	10,4	9,3	10,8	7,1	8,8	7,4	pioggia
6	744,0	744,4	744,9	744,4	9,1	11,0	9,6	11,3	8,1	9,5	0,1	pioggia
7	745,8	744,3	743,5	744,5	10,3	14,0	10,3	14,1	6,2	10,2		
8	746,2	746,9	750,7	747,9	9,2	13,4	10,4	13,5	8,0	10,3	1,3	pioggia
9	750,6	750,0	750,5	750,4	9,4	11,8	9,7	12,5	6,7	9,6	1,0	pioggia
10	747,5	743,8	744,5	745,3	8,2	7,4	6,2	9,7	6,2	7,6	9,8	pioggia
11	747,4	747,5	749,0	748,0	9,4	12,8	9,2	13,6	5,8	9,5	6,0	pioggia
12	750,4	749,4	748,7	749,5	9,0	12,6	9,6	13,3	5,7	9,4		
13	746,1	744,4	744,4	745,0	9,0	10,2	8,3	10,4	8,0	8,9	1,8	pioggia
14	743,3	741,7	742,2	742,4	7,8	9,8	9,0	10,0	7,5	8,6	14,6	pioggia
15	741,1	740,6	741,1	740,9	10,0	11,7	10,1	12,2	8,6	10,2	6,5	pioggia
16	740,5	739,7	740,4	740,2	9,0	11,0	8,9	11,5	7,0	9,1	1,1	pioggia
17	740,4	740,2	741,4	740,7	7,6	13,0	10,5	13,2	7,1	9,6		
18	741,4	740,5	741,4	741,1	9,0	13,0	11,5	13,3	7,5	10,3		
19	743,5	744,7	747,5	745,2	11,8	14,2	10,3	14,6	9,9	11,7		
20	752,8	753,5	756,6	754,3	9,2	11,4	9,0	11,6	8,8	9,7		
21	760,9	760,7	762,3	761,3	9,5	10,4	8,0	10,6	6,9	8,8		
22	763,0	761,4	761,1	761,8	7,8	11,7	10,2	14,7	3,5	9,1		
23	761,6	760,3	759,7	760,5	10,8	16,4	13,3	17,0	8,3	12,4		
24	757,0	753,5	753,4	754,6	17,2	23,3	15,3	23,7	13,2	17,4		
25	753,2	751,1	750,6	751,6	19,0	25,2	21,7	25,5	13,1	19,8		
26	750,5	749,1	746,7	748,8	16,6	18,8	15,7	21,7	13,9	17,0		
27	740,1	739,4	739,4	739,6	16,1	20,0	17,0	20,1	10,5	15,9		
28	742,2	742,9	744,1	743,1	10,6	8,4	8,6	17,0	7,6	11,0	4,1	pioggia
29	745,7	746,3	749,3	747,1	9,8	14,0	9,7	14,3	7,4	10,3	0,8	pioggia
30	752,0	751,6	753,0	752,2	12,0	16,4	12,8	16,6	7,8	12,3	1,2	pioggia
	748,0	747,2	747,8	747,7	10,4	13,4	10,7	14,3	8,0	10,8	82,6	

Altezza barometrica massima 763,0 mm g. 22
» » minima 737,5 » 4
» » media 747,7

Temperatura massima 25°,5 g. 25
» minima 3,5 » 22
» media 10,8

Nebbia nei giorni 3, 13, 14, 17, 18, 27.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

APRILE 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	5, 7	3, 9	5, 6	5, 1	65	31	61	52	0	3	9	SE	W	SE	7	3, 4
2	6, 5	6, 6	7, 2	6, 8	76	61	80	72	10	5	10	SE	E	E	8	3, 2
3	7, 4	7, 1	7, 6	7, 4	86	64	83	78	10	8	10	SE	E	E	16	2, 4
4	7, 6	7, 3	7, 4	7, 4	94	89	93	92	10	10	10	NE	NW	W	12	2, 4
5	7, 2	7, 0	7, 7	7, 3	91	75	88	85	10	9	10	NE	E	W	6	1, 8
6	7, 4	6, 7	6, 4	6, 8	85	68	71	75	9	10	4	NW	NE	SE	14	2, 4
7	6, 4	8, 2	7, 5	7, 4	69	69	80	73	0	0	0	SE	SE	SE	16	2, 4
8	5, 7	4, 3	5, 5	5, 2	66	38	58	54	8	8	2	W	W	W	9	2, 5
9	6, 0	6, 2	6, 8	6, 3	69	60	75	68	5	3	0	W	S	SE	10	2, 8
10	6, 6	7, 5	6, 8	7, 0	81	97	95	91	10	10	10	SE	NE	NE	16	1, 4
11	6, 3	5, 6	6, 2	6, 0	71	51	71	64	5	3	0	NW	NW	SE	13	3, 1
12	6, 3	6, 2	7, 3	6, 6	73	57	82	71	0	3	9	W	N	NE	13	2, 2
13	7, 9	8, 1	7, 8	7, 9	92	87	96	92	10	10	10	W	NE	NE	8	1, 6
14	7, 6	7, 9	7, 9	7, 8	96	87	92	92	10	10	10	NW	SW	W	9	1, 0
15	7, 3	7, 9	8, 3	7, 8	79	77	90	82	10	8	3	NW	NW	SE	6	1, 3
16	7, 7	7, 9	7, 3	7, 6	89	80	85	85	10	10	3	W	NE	SW	8	1, 4
17	6, 9	6, 2	7, 4	6, 8	89	55	78	74	10	5	2	W	SW	SW	4	1, 3
18	7, 4	7, 4	6, 6	7, 1	86	66	65	72	8	10	6	W	NE	W	5	1, 7
19	4, 6	5, 2	6, 6	5, 5	45	43	71	53	0	4	5	W	E	SE	14	3, 1
20	4, 4	3, 3	4, 1	3, 9	51	33	48	44	10	2	2	SE	NE	SE	20	5, 4
21	4, 3	3, 3	3, 7	3, 8	48	35	46	43	1	7	0	SE	SE	SE	9	2, 8
22	4, 0	4, 2	4, 8	4, 3	51	41	51	48	0	0	0	NW	NW	SW	4	2, 7
23	4, 1	5, 3	5, 7	5, 0	43	38	50	44	3	0	0	W	NE	S	10	3, 1
24	4, 3	5, 7	8, 9	6, 3	30	27	78	45	5	1	2	S	W	S	19	8, 2
25	6, 2	4, 8	4, 3	5, 1	38	20	22	27	5	5	0	W	SW	SW	13	7, 4
26	9, 0	9, 8	8, 5	9, 1	64	61	64	63	0	0	0	SE	NW	SE	12	8, 9
27	7, 2	6, 7	6, 9	6, 9	53	38	48	46	4	8	7	SW	SW	S	24	5, 2
28	7, 7	7, 7	7, 0	7, 5	81	93	83	86	10	10	10	NE	NE	W	13	3, 8
29	6, 0	3, 5	5, 9	5, 1	67	29	65	54	5	3	4	W	SW	W	17	2, 1
30	5, 8	5, 1	5, 7	5, 5	56	36	51	48	0	5	0	E	SE	SE	14	2, 6
	6, 4	6, 2	6, 6	6, 4	69	57	71	66	6	6	5				12	3, 1

Tens. del vapor acq. mass. 9,8 mm g. 26
» » » » min. 3, 3 » 20e21
» » » » media 6, 4
Umidità relativa mass. 97 g. 10
» » min. 20 » 25
» » media 66

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	14	7	22	5	10	21	10

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
6

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

Giorni del mese	MAGGIO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Mass.	Min.	Media mass min. 9^h, 21^h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	751, 9	751, 3	754, 0	752, 4	14, 0	17, 0	12, 6	17, 2	11, 6	13, 9		
2	756, 6	756, 3	756, 4	756, 4	11, 8	14, 4	11, 7	15, 3	8, 6	11, 9		
3	756, 4	755, 4	756, 1	756, 0	14, 2	18, 4	14, 8	18, 5	11, 6	14, 8		
4	756, 9	755, 9	756, 7	756, 5	15, 2	19, 0	14, 4	19, 8	12, 4	15, 5		
5	757, 6	756, 1	756, 4	756, 7	15, 2	20, 2	15, 2	20, 8	13, 0	16, 1		
6	755, 4	754, 4	755, 2	755, 0	16, 8	20, 5	16, 3	20, 8	10, 8	16, 2		
7	757, 7	757, 5	758, 9	758, 0	18, 2	21, 7	18, 4	22, 3	15, 3	18, 6		
8	759, 5	757. 4	756. 8	757, 9	17, 0	22, 0	18, 7	22, 7	15. 6	18, 5		
9	757. 5	756, 5	756, 9	757, 0	19, 4	23, 4	20, 6	23, 9	16, 9	20, 2		
10	757, 3	755, 6	756, 1	756, 3	20. 4	24, 3	22, 1	25, 1	17, 0	21, 2		
11	756, 5	754, 9	755, 6	755, 7	21, 6	25, 4	23, 4	26, 6	18, 8	22, 6		
12	757, 0	755, 8	756, 4	756, 4	22, 1	25, 0	22, 2	25, 2	18, 4	22, 0		
13	756, 3	754, 8	755, 8	755, 6	23, 0	25, 4	20, 5	27, 2	18, 8	22, 4		
14	755, 6	754, 3	754, 1	754, 7	18, 4	22. 8	21, 0	23, 4	17, 0	20, 0		
15	753, 8	752, 8	752, 9	753, 2	22, 6	22, 4	21, 0	23, 1	18, 1	21, 2		
16	753, 1	752, 7	752, 7	752, 8	20, 0	23, 2	19, 5	23, 4	17, 5	20, 1		
17	752, 2	749, 4	750, 0	750, 5	19, 0	22, 5	18, 7	23, 2	15, 4	19, 1		
18	747, 9	746, 8	746, 8	747, 2	16, 0	18, 2	14, 8	18, 7	13, 1	15, 7		
19	746, 6	745, 9	745, 9	746, 1	13, 5	12, 2	11, 4	16, 0	11, 4	13, 1	27, 0	pioggia
20	745, 5	747, 4	749, 8	747, 6	12, 0	13, 7	13, 3	15, 6	11, 0	13, 0	0, 5	pioggia
21	754, 9	756, 1	757, 4	756, 1	16, 2	18, 2	15, 4	18, 8	12, 5	15, 7		
22	757, 6	756, 6	756, 7	757, 0	15, 2	18, 6	16, 5	19. 6	13. 6	16, 2		
23	756, 9	755, 9	756, 5	756, 4	17, 2	21, 3	19, 0	22, 2	15, 0	18, 4		
24	757, 2	756, 5	756, 8	756, 8	17, 6	22, 4	21, 3	23. 0	16, 2	19, 5		
25	756, 9	755, 4	754, 9	755, 7	22, 0	25, 2	23, 8	26, 0	18, 7	22, 6		
26	754, 2	752, 8	752, 4	753, 1	23, 0	28, 0	25, 8	28, 7	18, 8	24, 1		
27	752, 8	751, 9	752, 2	752, 3	24, 6	27, 4	25, 0	29, 6	21, 3	25, 1		
28	752, 8	751, 9	752, 3	752, 3	23, 2	28, 2	24, 1	28, 6	20, 9	24, 2		
29	752, 8	751, 9	751, 9	752, 2	21, 4	24, 6	21, 3	25. 0	19, 7	21, 9		
30	751, 5	751, 8	754, 0	752, 4	16. 8	19, 8	17, 6	21, 3	16, 8	18, 1	7, 8	pioggia
31	754, 7	751, 7	750, 1	752, 2	19, 0	22, 4	20, 1	23. 0	15, 7	19, 5		
	754, 6	753, 7	754, 2	754, 1	18, 3	21, 5	18, 7	22, 4	15, 5	18, 8	35, 3	

Altezza barometrica massima 759, 5 mm g 8
» » minima 745, 5 » 20
» » media 754, 1

Temperatura massima 29°, 6 g. 27
» minima 8, 6 » 2
» media 18, 8

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MAGGIO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	6, 5	4, 0	5, 7	5, 4	54	28	52	45	8	2	7	SE	S	SW	30	3, 8
2	5, 7	6, 3	7, 1	6, 4	56	61	68	62	3	6	0	W	SW	S	12	3, 8
3	5, 7	6, 8	6, 3	6, 3	47	43	50	47	8	3	2	W	SW	SW	28	3, 2
4	7, 5	8, 1	8, 0	7, 9	58	49	65	57	0	0	0	SW	NW	NE	18	4, 2
5	8, 5	8, 7	8, 3	8, 5	66	49	64	60	0	0	0	SW	NW	NE	12	3, 7
6	9, 4	8, 8	9, 6	9, 3	66	49	69	61	0	8	4	NW	NE	SW	9	3, 2
7	9, 9	7, 5	9, 0	8, 8	64	39	57	53	6	0	0	SW	SW	E	6	4, 2
8	8, 5	9, 3	9, 5	9, 1	59	48	59	55	0	0	2	W	NW	SE	12	6, 2
9	6, 5	7, 6	9, 6	7, 9	39	35	53	42	0	0	1	W	NE	S	8	6, 3
10	8, 7	8, 8	10, 4	9, 3	49	39	53	47	0	0	0	SW	NE	SW	7	5, 6
11	8, 7	10, 8	8, 7	9, 4	45	45	41	44	0	0	4	W	NW	W	7	4, 8
12	10, 7	8, 6	10, 1	9, 8	54	37	51	47	7	3	0	SE	N	SE	7	6, 6
13	8, 7	10, 5	8, 9	9, 4	42	44	50	45	5	5	4	W	NW	SW	11	6, 1
14	9, 9	8, 8	8, 1	8, 9	63	43	43	50	0	2	0	W	NW	SW	8	6, 2
15	7, 0	10, 2	9, 6	8, 9	34	51	52	46	5	3	10	W	NW	S	8	4, 8
16	7, 2	5, 8	7, 0	6, 7	41	27	41	36	3	5	7	SW	SW	S	23	5, 2
17	6, 7	6, 7	6, 4	6, 6	41	33	40	38	0	4	2	SW	W	SW	13	5, 2
18	8, 3	7, 5	9, 3	8, 4	61	48	74	61	8	8	5	NW	NW	SE	11	5, 2
19	8, 5	9, 1	9, 1	8, 9	74	86	90	83	10	10	10	W	W	SW	10	2, 5
20	7, 5	7, 4	6, 2	7, 0	72	64	55	64	10	9	0	W	SW	S	15	2, 7
21	6, 2	6, 4	8, 7	7, 1	45	41	66	51	8	8	0	SW	N	SE	13	4, 3
22	7, 8	9, 7	10, 4	9, 3	60	61	74	65	10	3	0	W	NE	S	7	4, 1
23	9, 4	10, 3	11, 6	10, 4	65	55	71	64	5	2	0	W	NE	W	7	3, 9
24	10, 6	12, 7	13, 7	12, 3	70	63	73	69	5	0	0	NW	NW	SW	5	4, 4
25	11, 1	12, 9	13, 7	12, 6	56	54	63	58	0	0	0	W	NW	N	6	3, 6
26	12, 6	8, 3	9, 7	10, 2	61	30	39	43	0	0	0	W	NW	SW	9	5, 9
27	8, 3	11, 9	6, 9	9, 0	36	44	29	36	0	0	0	W	NW	SW	14	9, 1
28	7, 1	6, 4	6, 2	6, 6	34	22	27	28	10	3	2	SW	NE	SW	22	8, 6
29	9, 4	9, 8	11, 5	10, 2	49	43	61	51	3	8	10	NW	NE	NW	14	7, 9
30	12, 8	12, 1	11, 3	12, 1	90	71	75	79	10	10	3	NW	SW	W	13	3, 9
31	9, 7	8, 9	11, 5	10, 0	59	44	65	56	0	0	10	W	W	SE	8	3, 6
	8, 6	8, 7	9, 1	8, 8	55	47	57	53	4	3	3				12	4, 9

Tens. del vapor acq. mass. 13, 7 mm g. 24 e 25
» » » » min. 4, 0 » 1
» » » » media 8, 8

Umidità relativa mass. 90 g. 19 e 30
» » min. 22 » 28
» » media 53

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	9	1	7	7	26	22	18

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
3

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE
FATTE NELL'OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	747, 0	745, 6	746, 4	746, 3	22, 0	23, 8	20, 2	25, 0	19, 0	21, 6		
2	746, 5	745, 6	747, 4	746, 5	18, 5	21, 5	16, 8	23, 0	17, 0	18, 8		
3	749, 8	749, 7	750, 1	749, 9	16, 8	18, 7	18, 7	20, 5	14, 7	17, 7	4. 3	pioggia
4	751, 5	751, 9	753, 8	752, 4	15, 6	19, 0	17, 9	19, 8	14, 3	16, 9	0, 1	pioggia
5	755, 6	753, 9	753, 1	754, 2	20, 2	22, 0	18, 4	22, 3	14, 6	18, 9		
6	751, 3	749, 8	751, 6	750, 9	19, 0	22, 2	18, 0	22, 8	16, 3	19, 0		
7	752, 5	751, 7	752, 3	752, 2	18, 4	22, 2	19, 8	23, 0	15, 5	19, 2		
8	753, 0	752, 5	752, 7	752, 7	21, 2	23, 8	21, 1	24, 4	16, 8	20, 9		
9	753, 7	752, 8	752, 7	753, 1	21, 2	25, 2	22, 8	26, 0	18, 5	22, 1		
10	753, 4	752, 4	752, 4	752, 7	22, 6	26, 2	24, 5	28, 0	20, 0	23, 8		
11	754, 2	752, 9	753, 5	753, 5	23, 2	27, 8	24, 4	29, 5	21, 0	24, 5		
12	754, 2	753, 1	752, 6	753, 3	24, 0	27, 6	25, 2	29, 6	21, 7	25, 1		
13	752, 7	751, 7	751, 5	752, 0	20, 2	27, 0	24, 0	27, 0	19, 4	22, 7	0, 6	pioggia
14	751, 5	752, 4	754, 5	752, 8	21, 6	24, 8	21, 0	25, 0	19, 4	21, 8	11, 1	pioggia
15	755, 6	755, 6	755, 5	755, 6	20, 4	24, 6	22, 0	25, 6	18, 1	21, 5		
16	754, 5	753, 1	753, 9	753, 8	22, 0	26, 2	23, 8	26, 9	21, 0	23, 4		
17	755, 4	754, 2	754, 4	754, 7	22, 0	24, 0	22, 7	24, 6	18, 5	22, 0	4, 9	pioggia
18	754, 4	753, 1	753, 4	753, 6	20, 4	24, 8	23, 5	25, 5	18, 7	22. 0		
19	753. 6	752, 4	753, 2	753, 1	24, 4	27, 8	24, 8	28, 4	20. 2	24, 5		
20	755, 1	755, 0	755, 3	755, 1	24 6	29, 0	24, 6	29, 4	21, 4	25, 0		
21	755, 3	754, 2	755, 2	754, 9	27, 2	30, 4	25, 8	31, 0	22, 6	26, 7		
22	756, 9	755, 7	755, 6	756, 1	25, 6	30, 4	26, 4	30, 8	22, 2	26, 3		
23	754. 5	751, 7	752, 8	753, 0	26, 2	29, 4	22, 3	29, 4	22, 3	25, 1	0, 8	pioggia
24	754, 8	755, 3	756, 0	755, 4	21, 2	23, 7	20, 5	23, 8	17, 3	20, 7		
25	755, 4	753, 9	753, 6	754, 3	22. 6	25, 0	22, 1	25, 2	16, 9	21, 7		
26	754, 7	754, 3	755, 7	754, 9	22, 4	26, 2	23, 1	26, 4	20, 0	23, 0		
27	757, 9	757, 1	757, 0	757, 3	24, 2	28, 0	25, 2	28, 4	18, 6	24, 1		
28	757, 2	755, 4	755, 2	755, 9	24, 2	28, 8	26, 2	29, 3	20, 4	25, 0		
29	754, 7	752, 9	752, 5	753, 4	24, 8	29, 2	25, 6	29, 3	19, 9	24, 9		
30	752, 0	750, 7	750, 2	751, 0	26, 6	31. 0	27, 1	31, 2	22, 3	26, 8		
	753, 6	752, 7	753, 1	753, 2	22, 1	25, 7	22, 6	26, 4	19, 0	22, 5	21, 8	

Altezza barometrica massima	757, 9 mm	g	27	Temperatura massima	31°, 2	g.	30
» » minima	745, 6	»	1 e 2	» minima	14, 3	»	4
» » media	753, 2			» media	22, 5		

Temporale nei giorni 14, 17.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

GIUGNO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm.
1	9,0	10,3	10,3	9,9	46	47	58	50	8	5	4	SW	NE	S	20	4,7
2	10,3	9,0	11,6	10,3	65	47	81	64	8	6	2	W	NW	N	9	4,9
3	11,9	11,3	10,4	11,2	84	70	65	73	8	5	3	SW	SW	S	6	3,9
4	9,9	9,1	8,2	9,1	75	56	54	62	8	3	0	NE	NE	S	13	3,6
5	6,8	7,0	8,6	7,5	39	36	54	43	0	0	3	E	NE	SE	17	4,7
6	7,8	10,2	11,2	9,7	48	52	73	58	6	5	4	W	NE	NW	11	5,8
7	10,9	9,2	12,4	10,8	69	46	72	62	5	4	10	W	SE	NE	4	3,9
8	11,0	10,6	12,4	11,3	59	48	66	58	5	3	0	NE	NE	SE	7	3,4
9	12,2	11,9	12,4	12,2	65	50	60	58	0	3	0	W	W	NE	7	4,1
10	11,0	12,6	10,9	11,5	54	50	48	51	0	0	2	W	NW	SW	12	6,3
11	9,7	11,0	10,5	10,4	46	39	46	44	0	0	3	SW	NE	S	14	6,4
12	10,5	12,4	11,6	11,5	47	45	49	47	0	0	0	SW	NW	S	11	6,9
13	11,9	10,8	11,4	11,4	67	41	51	53	5	10	10	SW	NW	SE	18	6,2
14	12,8	10,6	10,6	11,3	67	45	57	56	5	3	8	SE	SW	S	13	4,1
15	12,0	13,2	13,2	12,8	68	58	67	64	1	6	6	SW	SW	SW	12	5,4
16	14,2	13,3	13,6	13,7	72	52	62	62	4	6	4	W	SE	SW	10	4,8
17	11,7	13,0	13,3	12,7	60	58	65	61	5	8	0	NE	W	?	6	4,0
18	13,6	9,7	10,5	11,3	76	42	49	56	6	0	0	W	NE	S	5	5,1
19	12,1	10,3	13,6	12,0	53	37	59	50	0	0	0	N	NW	SE	9	6,3
20	14,2	11,5	13,9	13,2	62	39	60	54	0	0	0	W	NE	SE	11	6,5
21	8,5	10,0	10,3	9,6	32	31	42	35	0	0	0	W	SW	SE	19	7,3
22	9,8	11,0	10,2	10,3	40	34	40	38	0	3	8	NE	SW	SW	12	7,2
23	12,3	11,6	11,2	11,7	49	38	56	48	5	3	7	?	S	SW	21	7,0
24	7,1	8,6	11,7	9,1	38	39	65	47	2	2	2	W	NE	E	12	6,5
25	11,0	11,4	11,0	11,1	54	48	56	53	0	8	0	NE	NE	SE	10	4,3
26	10,5	11,0	12,6	11,4	52	43	60	52	3	7	0	NW	SW	E	10	5,8
27	12,5	11,8	12,2	12,2	56	42	51	50	0	2	0	SW	NW	S	4	5,1
28	13,2	10,0	12,8	12,0	59	34	50	48	0	0	0	W	NW	SE	4	5,1
29	13,1	13,1	14,0	13,4	57	44	57	53	0	5	3	?	SW	S	7	6,2
30	9,2	10,5	11,5	10,4	35	31	43	36	6	3	3	SW	SW	N	16	6,8
	11,0	10,9	11,6	11,2	56	45	57	53	3	3	3				11	5,4

Tens. del vapor acq mass 14,2 mm g. 16 e 20
» » » » min. 6,8 » 5
» » » » media 11,2

Umidità relativa mass. 84 g. 3
» » min. 31 » 21 e 30
» » media 53

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	17	3	11	10	21	13	9

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
3

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	LUGLIO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	749,4	748,5	748,7	748,9	26,2	30,7	26,0	30,8	23,3	26,6		
2	747,4	746,8	748,8	747,7	25,0	26,7	21,7	27,2	21,7	23,9		
3	749,5	751,1	754,2	751,6	21,6	24,6	20,5	25,1	18,0	21,3		
4	758,4	758,2	758,8	758,5	21,4	25,0	22,6	25,5	17,6	21,8		
5	759,3	758,0	757,1	758,1	21,2	23,2	22,2	24,1	18,8	21,6	2,9	pioggia
6	756,0	753,3	753,2	754,2	23,4	28,2	25,0	28,7	18,6	23,9		
7	753,3	751,9	752,3	752,5	22,3	26,4	24,8	28,6	20,0	23,9		
8	753,3	752,5	752,5	752,8	23,8	26,2	20,0	26,5	20,0	22,6	4,7	pioggia
9	754,4	756,1	757,3	755,9	19,0	23,8	22,3	25,1	17,4	21,0	12,7	pioggia
10	758,5	757,2	757,0	757,6	22,2	26,2	22,9	27,6	19,2	23,0		
11	755,8	754,2	755,8	755,3	23,4	25,9	22,2	26,5	20,0	23,0		
12	757,7	757,0	757,6	757,4	17,8	22,2	20,1	22,6	16,8	19,3	15,2	pioggia
13	757,7	754,9	756,1	756,2	18,5	24,0	18,3	24,5	15,6	19,2		
14	755,4	753,3	752,7	753,8	17,6	25,0	23,2	25,6	14,7	20,3		
15	752,2	751,7	754,2	752,7	23,0	27,6	22,3	27,8	20,7	23,5		
16	756,3	755,3	755,5	755,7	22,7	25,4	21,8	25,6	18,8	22,2		
17	754,4	752,7	753,3	753,5	24,2	27,4	23,6	27,8	18,2	23,5		
18	750,9	749,3	749,7	750,0	24,4	28,9	25,2	29,8	22,4	25,5		
19	752,1	751,3	751,7	751,7	24,2	28,2	26,2	28,8	22,2	25,4		
20	753,4	752,3	751,6	752,4	24,4	28,0	26,2	29,7	22,1	25,6		
21	752,3	751,1	750,5	751,3	24,7	26,1	22,3	27,4	21,8	24,1		
22	751,5	750,9	752,3	751,6	21,6	24.3	21,8	25,4	19,5	22,1		
23	753,2	751,9	752,5	752,5	21,2	26,2	23,7	27,3	18,9	22.8		
24	752,9	752,2	752,0	752,4	23,6	27,8	26,0	28,8	20,6	24,8		
25	751,9	750,9	751,5	751,4	25,6	27,4	22,8	28,2	22,8	24,9		
26	750,8	750,8	751,8	751,1	21,4	21,2	21,3	22,8	19,4	21,2	4,2	pioggia
27	754.0	753,9	755,3	754,4	22,8	27,0	24,5	27,7	19,3	23,6		
28	757,5	756,6	756,5	756,9	25.4	29,4	24,4	29,5	21,7	25,3		
29	756,7	754,8	754,3	755,3	26,7	30,2	26,1	30,7	23,5	26,8		
30	751,9	747,8	747,8	749,2	26,6	30,4	27,4	31,0	24,0	27,3		
31	747,7	748,4	750,6	748,9	23,0	23,0	21,4	27,4	21,4	23,3	16,0	pioggia
	753,7	752,7	753,3	753.3	22,9	26,3	23,2	27,2	20,0	23,3	55,7	

Altezza barometrica massima 759,3 mm g. 5
» » minima 746,8 » 2
» » media 753,3

Temperatura massima 31°,0 g. 30
» minima 14,7 » 14
» media 23,3

Temporale nei giorni 5, 8 (due volte), 12, 31.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

LUGLIO 1907 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	11, 6	11, 9	12, 9	12, 1	46	36	51	44	0	3	0	SW	NE	W	17	7, 1
2	11, 5	5, 3	7, 4	8, 1	44	20	38	34	8	0	0	SE	SW	SW	29	7, 5
3	5, 9	3, 9	6, 6	5, 5	21	17	37	28	2	3	4	SW	NW	SE	19	10, 0
4	8, 8	8, 6	10, 7	9, 4	46	37	52	45	0	5	0	S	NW	SE	17	6, 9
5	9, 5	13, 1	13, 1	11, 9	51	62	66	60	5	2	0	W	NE	S	7	5, 3
6	12, 4	10, 4	10, 2	11, 0	58	36	43	46	0	0	0	W	NE	SW	5	4, 1
7	12, 7	11, 9	4, 5	9, 7	64	47	19	43	0	5	5	W	NE	SE	12	7, 5
8	9, 1	10, 0	14, 1	11, 1	42	40	81	54	8	10	8	NE	NE	W	16	7, 2
9	11, 1	8, 8	10, 4	10, 1	68	40	52	53	0	2	0	NW	SW	SW	11	4, 8
10	9, 8	10, 0	9, 9	9, 9	49	40	48	46	0	3	0	W	E	SE	15	5, 7
11	10, 5	10, 5	15, 9	12, 3	49	42	80	57	0	6	2	W	NW	N	13	6, 9
12	12, 2	8, 9	13, 1	11, 4	80	45	75	67	10	5	0	SW	N	E	6	4, 7
13	10, 1	8, 4	9, 9	9, 5	64	38	63	55	0	2	2	W	E	SE	6	3, 5
14	9, 5	6, 3	8, 0	7, 9	63	27	38	43	5	2	0	W	SW	SW	7	5, 3
15	7, 0	6, 5	13, 7	9, 1	33	23	68	41	2	7	2	W	W	NE	11	9, 1
16	13, 1	7, 5	8, 8	9, 8	64	31	45	47	4	2	4	NE	NE	S	10	5, 8
17	9, 4	9, 3	9, 8	9, 5	42	34	51	42	3	5	0	N	SW	E	8	6, 3
18	10, 4	10, 3	8, 1	9, 6	45	34	34	38	0	2	0	W	E	SW	12	7, 4
19	10, 8	12, 0	10, 3	11, 0	48	42	41	44	0	0	0	SW	NW	SW	15	8, 9
20	12, 4	13, 3	10, 0	11, 9	55	47	40	47	0	2	0	W	NW	SW	15	9, 3
21	13, 6	14, 3	12, 1	13, 3	60	57	60	59	5	8	6	SE	E	SE	15	6, 3
22	13, 2	11, 5	14, 6	13, 1	69	51	75	65	2	8	2	W	NE	SE	10	6, 2
23	12, 6	11, 0	11, 2	11, 6	67	43	52	54	3	3	0	SE	N	SE	6	5, 7
24	11, 3	12, 3	11, 1	11, 6	52	44	44	47	0	8	0	SW	NW	SW	8	7, 4
25	13, 3	10, 9	11, 0	11, 7	55	40	68	54	8	8	4	SW	S	SW	9	6, 4
26	15, 2	13, 7	14, 9	14, 6	80	73	79	77	10	10	6	NW	S	S	6	4, 0
27	11, 5	11, 4	11, 7	11, 5	56	43	51	50	0	2	0	W	NW	S	7	4, 4
28	13, 2	9, 7	13, 1	12, 0	55	31	56	47	0	5	0	?	E	SE	11	6, 4
29	15, 0	13, 2	13, 1	13, 8	58	41	52	50	0	2	3	SW	NE	SE	9	6, 6
30	10, 7	11, 7	11, 5	11, 3	41	36	43	40	0	4	6	W	SW	SW	17	8, 8
31	14, 6	15, 2	15, 2	15, 0	70	73	80	74	8	10	4	NW	SE	SE	10	7, 9
	11, 4	10, 4	11, 3	11, 0	55	41	54	50	3	4	2				12	6, 6

Tens. del vapor acq mass. 15, 9 mm g. 11
» » » » min. 3, 9 » 3
» » » » media 11, 0

Umidità relativa mass. 81 g. 8
» » min 17 » 3
» » media 50

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
4	11	6	15	7	23	16	10

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

3

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83ᵐ, 8)

Giorni del mese	AGOSTO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Mass.	Min.	Media mass min. 9^h, 21^h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	752, 8	752, 7	753, 4	753, 0	22, 4	25, 8	23, 5	26, 0	18, 7	22, 7		
2	756, 0	754, 5	755, 1	755, 2	22, 1	27, 8	25, 0	28, 6	19, 3	23, 8		
3	756, 2	754, 6	755, 5	755, 4	24, 5	28, 2	24, 5	28, 6	20, 0	24, 4		
4	756, 1	754, 8	754, 7	755, 2	25, 9	29, 8	27, 2	30, 6	21, 3	26, 3		
5	755, 1	753, 9	755, 8	754, 9	28, 0	32, 0	26, 5	32, 2	24, 9	27, 9		
6	755, 2	753, 9	753, 6	754, 2	27, 4	32, 2	30, 1	34, 3	22, 7	28, 6		
7	754, 7	754, 6	756, 1	755, 1	24, 6	32, 6	29, 7	32, 6	23, 3	27, 6		
8	757, 6	756, 8	756, 7	757, 0	27, 0	31, 3	27, 6	32, 2	24, 5	27, 8		
9	756, 8	754, 5	754, 2	755, 2	26, 6	31, 7	27, 3	32, 3	23, 7	27, 5		
10	753, 6	752, 0	752, 9	752, 8	26, 5	31, 7	27, 2	32, 4	23, 3	27, 4		
11	753, 9	753, 3	754, 7	754, 0	24, 5	30, 8	28, 9	31, 5	22, 7	26, 9		
12	757, 5	758, 1	757, 9	757, 8	26, 0	23, 7	23, 8	28, 9	18, 3	24, 3	13, 6	pioggia
13	758, 7	757, 8	758, 0	758, 2	23, 5	28, 0	25, 6	28, 6	21, 0	24, 7		
14	758, 9	756, 6	755, 8	757, 1	24, 2	29, 5	26, 6	29, 9	21, 3	25, 5		
15	754, 3	751, 3	749, 4	751, 7	25, 2	30, 4	28, 0	30. 7	20, 3	26, 1		
16	747, 3	749, 4	751, 3	749, 3	21, 6	23, 8	21, 0	28, 0	21, 0	22, 9	0, 2	pioggia
17	753, 3	753, 4	755, 2	754, 0	21, 0	24, 6	21, 6	25, 8	17, 6	21, 5		
18	757, 7	756, 7	757, 5	757, 3	23, 6	26, 5	22, 8	27, 0	17, 9	22, 8		
19	756, 9	755, 0	755, 0	755, 6	22, 6	28, 5	24, 7	29, 0	20, 0	24, 1		
20	753, 4	751, 8	751, 3	752, 2	24, 7	28, 8	26, 4	29, 5	21, 9	25 6		
21	754, 2	756, 2	758, 2	756, 2	16, 8	18, 2	18, 6	26, 4	16, 4	19, 6	5, 1	pioggia
22	759, 4	758, 2	758, 4	758, 7	17, 8	23, 0	20, 1	23, 4	16, 1	19, 4		
23	757, 7	755, 2	755, 2	756, 0	18, 8	23, 8	20, 7	23, 9	14, 4	19, 5		
24	756, 2	755, 1	755, 7	755, 7	18, 8	24, 4	21, 7	24, 6	16, 9	20, 5		
25	757, 5	756, 7	757, 2	757, 1	20, 8	25, 8	22, 7	26, 3	18, 8	22, 2		
26	758, 7	757, 1	757, 5	757, 8	22, 0	27, 2	23, 8	27, 3	18, 7	23, 0		
27	758, 2	756, 9	757, 1	757, 4	22, 6	28, 8	24, 6	28, 9	20, 1	24, 1		
28	758, 3	757, 1	757, 1	757 5	23. 4	29, 0	25, 0	29, 3	21, 7	24, 9		
29	756, 9	755, 4	755, 7	756, 0	25, 0	30, 2	26, 2	30, 5	22, 3	26, 0		
30	756, 5	755, 1	756, 0	755, 9	23, 6	27, 5	23, 3	27, 6	22, 9	24, 4	5, 3	pioggia
31	756, 6	754, 3	754, 5	755, 1	22, 7	27, 0	23, 2	27, 2	20, 1	23, 3	3, 3	pioggia
	756, 0	754, 9	755, 4	755, 4	23, 4	27, 8	24, 8	28, 8	20, 4	24, 4	27. 5	

Altezza barometrica massima	759, 4 mm	g. 22		Temperatura massima	34°, 3	g. 6
» » minima	747, 3	» 16		» minima	14, 4	» 23
» » media	755, 4			» media	24, 4	

Temporale nei giorni 12, 31.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

AGOSTO 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	14,9	14,8	14,7	14,8	74	61	68	68	5	3	2	N	N	E	6	3,7
2	15,8	14,0	16,0	15,3	80	50	68	66	0	2	0	W	NE	SE	6	5,3
3	16,7	14,8	14,6	15,4	73	52	64	63	5	1	0	NW	NE	NE	7	7,4
4	15,1	14,1	14,9	14,7	61	45	55	54	0	0	0	N	NW	SE	5	5,9
5	16,3	16,9	15,1	16,1	58	48	59	55	0	0	0	SW	W	SE	8	5,7
6	14,6	14,7	17,7	15,7	54	41	56	50	0	2	0	W	NW	SW	7	7,2
7	17,8	11,9	14,6	14,8	78	32	48	53	3	2	0	W	SW	W	7	7,9
8	14,8	14,3	15,1	14,7	56	42	55	51	2	0	0	SW	NE	SE	5	6,2
9	18,5	15,9	15,9	16,8	71	46	59	59	2	0	0	W	NW	W	5	5,1
10	13,4	13,0	13,1	13,2	52	37	49	46	0	4	4	NW	NW	SW	4	8,5
11	12,7	11,9	13,6	12,7	55	35	46	45	0	2	0	W	W	SW	8	7,3
12	15,8	14,5	16,1	15,5	63	66	73	67	7	3	0	NW	SW	SW	10	6,3
13	12,9	12,2	12,6	12,6	60	43	52	52	0	0	0	SW	NE	NW	4	5,1
14	12,5	11,2	12,0	11,9	56	36	46	46	0	0	0	W	SW	SW	9	6,9
15	13,5	9,0	10,2	10,9	57	28	36	40	0	0	0	?	NW	SE	9	6,7
16	13,8	7,8	7,2	9,6	72	38	39	50	10	2	0	SW	W	SW	19	8,7
17	8,8	6,0	9,5	8,1	47	26	50	41	0	1	0	SW	SW	S	7	6,4
18	7,5	8,5	9,1	8,4	34	33	44	37	0	0	0	SW	NW	SE	6	7,3
19	8,4	10,9	11,9	10,4	41	37	51	43	0	0	0	W	SE	SE	6	8,1
20	10,6	11,7	10,9	11,1	46	40	42	43	8	5	0	W	NW	SW	6	9,4
21	13,9	12,9	10,9	12,6	98	83	68	83	10	9	0	NW	W	SW	12	4,5
22	10,4	7,8	9,5	9,2	69	38	55	54	2	3	0	W	E	SE	5	4,3
23	9,5	7,6	11,4	9,5	59	35	63	52	2	4	3	?	NE	SE	6	5,6
24	10,7	10,2	11,9	10,9	66	45	61	57	0	5	0	W	N	NE	6	6,7
25	11,4	9,4	12,0	10,9	62	38	58	53	0	2	0	W	N	SE	6	6,0
26	12,1	11,0	12,4	11,8	59	41	57	52	0	0	0	?	NW	NE	7	6,2
27	13,8	10,7	13,6	12,7	68	36	59	54	0	0	0	W	N	SE	6	6,6
28	11,7	11,0	11,4	11,4	55	37	48	47	3	1	1	W	N	SE	7	7,0
29	12,3	10,3	11,5	11,4	52	32	45	43	0	2	3	W	NW	SW	8	8,5
30	13,0	11,5	13,6	12,7	60	42	64	55	5	7	0	W	N	SE	8	9,3
31	13,4	11,8	12,5	12,6	65	44	59	56	3	5	3	W	NE	S	6	4,5
	13,1	11,7	12,8	12,5	61	42	55	53	2	2	1				7	6,6

Tens. del vapor acq. mass. 18,5 mm g. 9
» » » » min. 6,0 » 17
» » » » media 12,5
Umidità relativa mass. 98 g. 21
» » min 26 » 17
» » media 53

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
8	9	2	14	2	19	22	14

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
2

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

SETTEMBRE 1907 — **Tempo medio dell' Europa centrale**

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min 9h, 15h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	754,8	753,6	754,3	754,2	23,1	27,4	24,3	27,8	21,9	24,3		
2	755,4	753,2	754,5	754,4	22,2	28,0	21,9	28,0	20,7	23,2	12,9	pioggia
3	750,7	747,7	747,0	748,5	20,0	20,6	19,7	21,9	19,0	20,2	5,4	pioggia
4	747,0	748,6	753,4	749,7	20,0	25,3	18,9	25,3	18,5	20,7		
5	757,1	757,2	757,9	757,4	15,0	22,0	19,7	22,6	14,0	17,8		
6	758,7	758,0	759,3	758,7	19,6	24,5	20,6	26,0	17,0	20,8		
7	761,8	760,8	761,7	761,4	21,4	25,6	22,4	26,2	17,0	21,8		
8	763,1	762,0	762,2	762,4	21,4	26,4	23,8	26,9	19,0	22,8		
9	762,2	760,3	759,7	760,7	23,0	26,9	23,3	27,0	20,0	23,3		
10	759,0	757,5	759,2	758,6	20,8	26,2	21,0	26,3	18,5	21,7		
11	760 6	760,2	760,4	760,4	20,7	23,2	21,4	23,4	19,1	21,2	6,5	pioggia
12	761,4	760,1	760,3	760,6	20,6	24,3	21,5	24,8	18,7	21,4		
13	760,3	758,6	758,6	759,2	20,2	24,9	21,2	24,9	18,0	21,1		
14	758,6	757,3	757,4	757,8	20,7	23,8	21,3	24,2	17,4	20,9		
15	757,3	756,1	756,3	756,6	19,7	22,4	18,9	22,5	18,7	20,0		
16	756,7	756,7	757,9	757,1	17,6	18,0	17,0	18,9	15,6	17,3	6,8	pioggia
17	758,6	757,7	758,0	758,1	16,0	19,2	18,1	19,8	15,8	17,4	0,8	pioggia
18	758,7	758,5	759,6	758,9	16,4	20,7	18,5	21,0	14,7	17,7		
19	761,7	760,9	761,6	761,4	15,4	20,0	16,8	20,1	14,4	16,7		
20	762,5	761,0	761,0	761,5	16,2	20,8	18,1	21,6	12,7	17 2		
21	760,5	758,7	758,0	759,1	18,4	22,2	19,1	22,6	15,3	18,9		
22	757,4	756,8	758,6	757,6	18,8	23,0	19,0	23,1	15,6	19,1		
23	760,3	759,3	760,0	759,9	17,6	21,6	17,6	21,8	15,1	18,0		
24	760,6	758,9	759,9	759,8	16,8	21,7	17,7	21,9	14,4	17,7		
25	759,4	757,6	757,7	758,2	17,1	22,6	19,2	22,9	15,0	18,6		
26	755,8	754,4	754,4	754,9	18,0	22,5	17,9	22,7	16,9	18,9	43,8	pioggia
27	754,4	753,6	754,1	754,0	18,2	22,0	20,1	22,2	16,8	19,3		
28	753,3	752,1	753,6	753 0	19,2	19,8	19,0	21,4	18,0	19,4	8,7	pioggia
29	753,7	753,3	754,1	753,7	18,0	20,2	18,2	20,6	17,2	18,5	5,6	pioggia
30	754,8	753,7	752,7	753,7	16,7	20,2	19,0	20,6	15,0	17,8		
	757,9	756,8	757,4	757,4	19,0	22,9	19,8	23,3	17,0	19,8	90 5	

Altezza barometrica massima 763,1 g 8 — Temperatura massima 28,0 g. 2
» » minima 747,0 » 3 e 4 — » minima 14,0 » 5
» » media 757,4 — » media 19,8

Nebbia nei giorni 28, 29, 30.
Temporale nei giorni 2, 11, 27.

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

SETTEMBRE 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri 9h	15h	21h	Media	Umidità relativa in centesimi 9h	15h	21h	Media	Nebulosità relat. in decimi 9h	15h	21h	Provenienza del vento 9h	15h	21h	Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
																mm.
1	12,9	11,9	14,8	13,2	61	44	65	57	0	2	3	W	N	SE	6	5,1
2	12,8	10,5	14,7	12,7	64	40	75	60	0	5	4	W	NE	SE	8	6,5
3	15,1	15,4	11,6	14,0	87	85	86	86	10	10	5	NE	NE	W	6	2,1
4	11,5	4,5	11,8	9,3	83	19	72	58	3	2	3	W	W	SE	9	4,0
5	11,3	9,9	10,1	10,4	89	54	59	67	8	3	0	W	N	SE	4	5,2
6	10,6	9,8	10,3	10,2	62	43	57	54	0	0	0	W	NW	SE	6	4,3
7	13,0	11,7	12,0	12,2	68	48	60	59	0	0	0	NW	NW	SE	9	4,3
8	13,0	10,9	11,2	11,7	68	42	51	54	0	0	0	W	NW	W	7	4,7
9	11,8	10,7	11,8	11,4	57	41	56	51	0	0	0	SW	W	SE	9	5,1
10	12,4	11,0	13,1	12,2	68	43	71	61	5	4	10	N	SE	N	12	5,7
11	14,0	11,6	13,9	13,2	77	55	73	68	8	5	4	?	NE	W	6	3,2
12	13,0	12,9	13,2	13,0	72	57	69	66	0	5	0	W	N	SE	5	3,4
13	13,5	9,9	13,6	12,3	77	42	72	64	0	0	2	N	E	NE	3	5,5
14	13,1	12,4	12,1	12,5	72	57	64	64	3	5	2	?	W	SW	3	2,8
15	12,5	13,0	11,8	12,4	73	64	72	70	7	10	4	W	SW	W	6	4,2
16	12,3	12,6	11,5	12,1	82	82	80	81	10	10	10	W	NW	N	5	2,7
17	10,4	10,0	11,1	10,5	77	67	72	72	10	5	1	W	NW	W	4	2,4
18	10,2	11,6	11,7	11,2	73	64	74	70	8	10	0	W	W	NW	7	2,5
19	10,0	8,0	9,4	9,1	77	46	66	63	0	2	0	W	NE	?	3	2,8
20	8,2	8,3	8,6	8,4	60	46	56	54	0	0	0	W	W	W	6	4,0
21	8,7	7,8	8,5	8,3	55	39	52	49	0	0	0	?	N	S	5	3,5
22	8,7	8,1	10,3	9,0	54	39	63	52	0	0	0	?	N	S	6	4,0
23	11,4	9,3	10,0	10,2	76	48	67	64	0	3	0	NW	NW	SE	6	5,1
24	10,2	8,6	10,8	9,9	72	45	71	63	0	0	2	W	NE	SE	2	3,4
25	10,6	12,1	13,1	11,9	73	59	79	70	0	3	10	?	N	SE	9	4,1
26	12,3	11,1	13,3	12,2	80	55	87	74	5	10	10	S	NW	?	4	3,3
27	12,8	12,6	14,7	13,4	82	64	84	77	3	5	7	NW	NW	SE	3	5,3
28	15,1	15,5	14,4	15,0	91	90	88	90	10	10	3	W	E	SW	7	1,7
29	14,1	12,2	13,1	13,1	92	69	84	82	10	10	0	SW	NW	SW	5	1,4
30	12,5	14,3	15,1	14,0	89	81	92	87	10	10	10	W	W	NE	8	1,6
	11,9	10,9	12,1	11,6	74	54	71	66	4	4	3				6	3,8

Tens. del vapor acq mass. 15,5 mm g. 28
» » » » min. 4,5 » 4
» » » » media 11,6

Umidità relativa mass. 92 g. 29 e 30
» » min. 19 » 4
» » media 66

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
10	8	2	13	3	6	28	13

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
4

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	OTTOBRE 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	751, 8	751, 3	753, 0	752, 0	20, 2	20, 8	19, 0	21, 0	18, 0	19, 6	6, 4	pioggia
2	752, 7	751, 9	752, 4	752, 3	20, 0	18, 8	17, 8	20, 2	17, 8	19, 0	0, 4	pioggia
3	752, 1	750, 8	749, 2	750, 7	17, 0	21, 0	18, 8	21, 3	15, 4	18, 1		
4	748, 9	749, 8	751, 6	750, 1	17, 0	19, 5	18, 6	20, 2	16, 4	18, 1	10, 4	pioggia
5	752, 7	753, 6	754, 9	753, 7	15, 0	18, 0	17, 0	19, 4	15, 0	16, 6	10, 9	pioggia
6	752, 5	751, 0	752, 7	752, 1	16, 2	19, 6	16, 2	20, 2	15, 8	17, 1	3, 6	pioggia
7	753, 7	752, 8	753, 0	753, 2	16, 2	19, 8	17, 8	19, 8	15, 4	17, 3		
8	752, 9	752, 5	753, 6	753, 0	18, 0	21, 8	18, 7	22, 0	16, 8	18, 9		
9	754, 5	754, 1	754, 0	754, 2	18, 8	21, 2	19, 8	21, 4	16, 8	19, 2	0, 1	pioggia
10	756, 2	758, 5	760, 6	758, 4	18, 4	21, 2	17, 0	21, 3	15, 3	18, 0	2, 6	pioggia
11	762, 5	761, 8	762, 3	762, 2	17, 8	20, 8	17, 2	20, 9	14, 7	17, 7		
12	762, 6	761, 1	761, 0	761, 6	16, 7	20, 1	17, 8	20, 2	15, 2	17, 5		
13	759, 6	757, 8	757, 1	758, 2	16, 8	19, 8	17, 3	20, 0	15, 4	17, 4		
14	752, 8	751, 5	752, 3	752, 2	14, 4	20, 0	15, 9	21, 2	14, 2	16, 4	38, 8	pioggia
15	752, 0	749, 6	750, 4	750, 7	15, 8	21, 0	18, 1	21, 2	14, 1	17, 3	0, 1	pioggia
16	751, 2	748, 6	746, 9	748, 9	16, 8	21, 0	18, 0	21, 2	15, 6	17, 9		
17	744, 4	745, 5	747, 5	745, 8	17, 8	20, 8	16, 6	20, 8	16, 2	17, 9	0,9	pioggia
18	752, 1	753, 4	756, 3	753, 9	16, 3	18, 2	16, 2	18, 3	14, 8	16, 4		
19	758, 1	758, 7	758, 8	758, 5	15, 8	16, 8	15, 0	17, 0	14, 8	15, 7		
20	760, 8	760, 3	760, 7	760, 6	15, 2	17, 3	15, 7	17, 4	14, 0	15, 6		
21	760, 7	759, 0	759, 0	759, 6	16, 0	19, 8	17, 0	19, 8	14, 7	16, 9		
22	758, 6	757, 5	757, 6	757, 9	17, 0	19, 8	15, 7	20, 0	15, 0	16, 9		
23	757, 6	756, 5	756, 2	756, 8	15, 2	15, 8	15, 3	15, 9	14, 3	15, 2		
24	755, 0	753, 3	753, 3	753, 9	15, 6	19, 2	16, 3	19, 4	14, 7	16, 5		
25	751, 4	749, 5	748, 1	749, 7	15, 4	17, 6	16, 2	17, 6	15, 0	16, 1	4, 4	pioggia
26	744, 7	742, 6	745, 7	744, 3	15, 7	17, 6	16, 7	18, 0	14, 4	16, 2	3, 8	pioggia
27	749, 4	749, 4	749, 7	749, 5	15, 8	18, 0	15, 4	18, 2	14, 3	15, 9	2, 3	pioggia
28	748, 4	746, 8	747, 3	747, 5	13, 3	16, 0	13, 8	16, 2	12, 3	13, 9	0, 2	pioggia
29	749, 2	748, 5	748, 4	748, 7	13, 0	16, 2	13, 7	16, 2	11, 6	13, 6	2, 7	pioggia
30	747, 2	747, 9	749, 5	748, 2	14, 1	13, 4	12, 4	18, 2	12, 4	14, 4	13, 1	pioggia
31	754, 4	755, 0	756, 9	755, 4	10, 7	11, 6	12, 1	12, 4	10, 4	11, 4		
	753, 6	752, 9	753, 5	753, 3	16, 2	18, 8	16, 6	19, 3	14, 9	16, 7	100, 7	

Altezza barometrica massima	762, 6	g.	12	Temperatura massima	22, 0	g.	8
» » minima	742, 6	»	26	» minima	10, 4	»	31
» » media	753, 3			» media	16, 7		

Nebbia nei giorni 22, 23, 24, 28, 31.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

OTTOBRE 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	12, 8	11, 2	10, 5	11, 5	73	61	65	66	0	8	0	SW	SW	S	14	2, 8
2	9, 9	12, 7	12, 7	11, 8	57	79	84	73	8	8	8	SE	E	S	12	3, 9
3	12, 1	9, 6	12, 4	11, 4	84	52	79	72	6	3	10	NE	SW	SE	7	2, 0
4	12, 6	13, 2	13, 1	13, 0	88	78	82	83	10	8	10	W	NW	S	8	2, 3
5	10, 8	12, 0	12, 3	11, 7	85	78	86	83	10	5	10	SW	N	N	5	1, 8
6	12, 5	10, 5	11, 7	11, 6	92	62	85	80	10	8	0	W	SE	SW	11	1, 8
7	10, 9	10, 8	11, 3	11, 0	79	63	74	72	0	3	0	?	NE	SW	3	2, 4
8	12, 0	10, 3	11, 9	11, 4	78	53	74	68	5	1	6	S	SW	SW	11	3, 2
9	11, 5	12, 8	10, 9	11, 7	71	68	64	68	0	5	10	W	NW	SW	8	2, 0
10	10, 1	8, 9	10, 2	9, 7	64	48	71	61	3	8	0	SW	S	S	13	3, 1
11	9, 2	9, 2	10, 7	9, 7	60	50	73	61	0	0	0	SW	N	?	6	4, 3
12	10, 6	11, 0	11, 3	11, 0	74	63	74	70	0	2	0	W	W	W	5	3, 1
13	11, 3	11, 2	11, 6	11, 4	79	65	79	74	0	3	1	?	N	S	3	3, 6
14	11, 4	12, 9	11, 6	12, 0	93	74	86	84	10	8	5	N	SW	S	9	2, 0
15	11, 5	10, 8	10, 5	10, 9	86	58	68	71	5	5	4	SE	SE	S	13	2, 3
16	11, 6	14, 2	13, 5	13, 1	81	77	88	82	8	5	6	SE	SE	SE	9	2, 8
17	12, 7	9, 6	9, 2	10, 5	84	52	66	67	3	10	9	NW	SE	?	17	2, 7
18	9, 9	9, 1	9, 5	9, 5	65	58	69	64	2	5	6	SE	NW	SW	2	3, 1
19	10, 3	9, 4	10, 2	10, 0	77	66	80	74	8	8	0	W	W	SW	6	3, 6
20	10, 1	13, 5	10, 3	11, 3	78	77	78	78	8	5	0	W	SW	SW	6	2, 3
21	10, 4	11, 5	11, 5	11, 1	77	67	80	75	0	0	0	W	W	W	7	2, 7
22	10, 9	11, 0	11, 8	11, 2	76	70	88	78	0	0	0	W	W	NW	5	2, 1
23	12, 6	13, 1	12, 0	12, 6	98	98	92	96	10	10	10	?	N	W	4	0, 2
24	12, 1	11, 6	12, 6	12, 1	91	70	92	84	8	8	10	NE	NE	NE	14	1, 5
25	11, 6	11, 7	13, 1	12, 1	89	78	96	88	10	10	10	E	NE	NE	12	2, 2
26	12, 3	12, 0	9, 5	11, 3	92	80	67	80	10	5	10	SE	SW	SW	6	1, 2
27	8, 9	8, 9	9, 7	9, 2	67	58	75	67	3	5	10	?	E	S	11	3, 0
28	10, 5	8, 8	9, 9	9, 7	92	65	84	80	8	8	10	?	NW	S	2	2, 3
29	9, 3	7, 9	10, 2	9, 1	84	61	87	77	5	10	10	S	SE	SE	9	1, 7
30	10, 6	9, 6	9, 1	9, 8	87	84	86	86	10	10	5	SE	SW	SW	11	1, 7
31	8, 7	9, 4	9, 9	9, 3	91	93	94	93	10	10	10	W	W	SW	2	1, 0
	11, 0	10, 9	11, 1	11, 0	80	68	80	76	5	6	5				8	2, 4

Tens. del vapor acq. mass. 14, 2 mm g. 16
» » » » min. 7, 9 » 29
» » » » media 11, 0

Umidità relativa mass. 98 g. 23
» » min. 48 » 10
» » media 76

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
6	7	3	14	12	21	17	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

5

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

NOVEMBRE 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	758, 3	757, 6	757, 5	757, 8	11, 0	13, 0	12, 4	13, 2	10, 0	11, 7		
2	756, 5	755, 0	754, 5	755, 3	12, 5	12, 2	12, 7	12, 9	12, 0	12, 5	0, 6	pioggia
3	751, 7	750, 9	750, 9	751, 2	13, 4	15, 2	15, 2	15, 4	12, 4	14, 1	1, 0	pioggia
4	752, 5	753, 2	755, 6	753, 8	14, 0	13, 2	9, 3	15, 2	9, 3	12, 0	2, 3	pioggia
5	758, 7	757, 5	757, 7	758, 0	6, 8	10, 4	7, 8	10, 7	5, 8	7, 8		
6	758, 3	758, 6	760, 2	759, 0	7, 2	10, 8	8, 1	11, 0	6, 5	8, 2		
7	763, 7	763, 1	763, 1	763, 3	6, 4	9, 6	9, 2	9, 8	5, 9	7, 8		
8	762, 7	761, 4	760, 9	761, 7	7, 4	9, 4	9, 6	9, 8	7, 4	8, 6		
9	758, 4	755, 5	756, 0	756, 6	8, 8	10, 4	10, 5	10, 7	8, 5	9, 6	47, 9	pioggia
10	757, 2	757, 3	758, 6	757, 7	11, 2	14, 2	10, 6	14, 3	9, 8	11, 5	0, 6	pioggia
11	758, 3	757, 2	755, 5	757, 0	10, 8	11, 4	11, 1	11, 6	9, 5	10, 8	2, 1	pioggia
12	751, 6	750, 8	751, 6	751, 3	11, 4	14, 8	12, 3	14, 9	10, 7	12, 3	7, 8	pioggia
13	751, 9	751, 2	750, 8	751, 3	11, 4	14, 0	13, 1	14, 3	10, 2	12, 3		
14	752, 9	752, 8	756, 3	754, 0	12, 0	14, 4	11, 6	14, 8	10, 4	12, 2		
15	759, 1	759, 2	760, 1	759, 5	10, 2	13, 5	9, 8	13, 8	9, 0	10, 7		
16	761, 4	760, 4	760, 7	760, 8	7, 8	11, 0	8, 9	11, 2	6, 0	8, 5		
17	759, 9	758, 7	758, 9	759, 2	8, 0	10, 0	8, 2	10, 0	7, 9	8, 5		
18	760, 6	760, 8	762, 0	761, 1	7, 0	9, 2	8, 4	9, 4	6, 7	7, 9	0, 5	pioggia
19	762, 9	761, 5	761, 4	761, 9	6, 2	9, 2	6, 7	9, 6	5, 3	7, 0		
20	760, 1	759, 1	759, 8	759, 7	5, 4	7, 0	6, 9	7, 4	5, 0	6, 2		
21	760, 2	759, 7	760, 1	760, 0	5, 4	7, 0	6, 4	7, 2	5, 4	6, 1		
22	759, 9	758, 5	758, 3	758, 9	4, 2	6, 2	4, 4	6, 7	3, 8	4, 8	0, 3	pioggia
23	756, 1	754, 7	755, 7	755, 5	3, 2	5, 4	3, 5	5, 5	2, 5	3, 7		
24	756, 5	755, 9	756, 6	756, 3	2, 0	5, 0	4, 0	5, 4	1, 0	3, 1		
25	757, 3	756, 3	756, 8	756, 8	3, 0	3, 3	3, 3	4, 0	2, 4	3, 2		
26	756, 3	755, 9	756, 7	756, 3	3, 7	5, 2	4, 5	5, 4	2, 8	4, 1		
27	758, 4	758, 8	759, 7	759, 0	5, 2	6, 6	6, 2	7, 0	4, 0	5, 6		
28	761, 4	760, 7	761, 2	761, 1	7, 0	8, 8	7, 9	9, 0	5, 8	7, 4		
29	762, 1	761, 4	761, 5	761, 7	8, 4	11, 7	9, 2	11, 8	6, 9	9, 1		
30	760, 7	760, 0	760, 3	760, 3	9, 4	11, 8	9, 6	12, 2	7, 9	9, 8		
	758, 2	757, 5	758, 0	757, 9	8, 0	10, 1	8, 7	10, 5	7, 0	8, 6	63, 1	

Altezza barometrica massima	763, 7 mm	g. 7		Temperatura massima	15°, 4	g.	3
» » minima	750, 8	» 12 e 13		» minima	1, 0	»	24
» » media	757, 9			» media	8, 6		

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 8, 9, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30.
Brina nel giorno 24.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

NOVEMBRE 1907 - Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	8, 6	9, 6	9, 5	9, 2	87	86	88	87	10	10	10	?	?	?	1	0, 8
2	9, 4	10, 1	10, 6	10, 0	87	95	96	93	10	10	10	NE	NW	N	1	0, 7
3	10, 9	11, 5	11, 9	11, 4	95	89	92	92	10	10	10	NE	E	N	3	0, 8
4	9, 3	7, 1	6, 1	7, 5	78	63	70	70	8	5	0	NE	NE	SW	8	1, 7
5	5, 0	5, 0	5, 1	5, 0	68	53	64	62	0	0	0	W	W	SW	8	3, 8
6	5, 2	5, 7	5, 7	5, 5	69	59	71	66	0	0	0	SW	W	W	8	2, 7
7	5, 7	5, 9	6, 4	6, 0	79	66	73	73	9	10	10	SW	?	SW	3	1, 8
8	6, 8	7, 2	7, 4	7, 1	89	81	83	84	10	10	10	SW	SW	?	5	1, 8
9	7, 8	9, 2	8, 9	8, 6	92	97	94	94	10	10	10	SE	W	SW	3	0, 8
10	8, 4	8, 9	8, 8	8, 7	85	74	92	84	2	3	0	W	SW	SW	5	1, 3
11	9, 2	9, 3	9, 6	9, 4	95	93	97	95	10	10	10	?	NE	NE	4	0, 8
12	9, 8	11, 2	10, 0	10, 3	98	89	94	94	10.	5	10	SE	N	NW	6	0, 7
13	8, 6	8, 7	8, 5	8, 6	85	73	76	88	0	0	8	SW	SW	SW	4	1. 7
14	4, 1	4, 6	3, 6	4, 1	39	38	36	38	0	0	0	SW	SW	SW	14	3, 8
15	4, 1	4, 6	4, 6	4, 4	44	40	51	45	0	0	0	SW	W	W	4	6, 6
16	5, 3	6, 0	6, 4	5, 9	67	61	74	67	8	0	10	?	?	S	4	1, 8
17	6, 5	6, 8	6, 3	6, 5	80	74	78	77	5	5	0	SW	W	W	6	2, 8
18	6, 6	6, 8	6, 5	6, 6	88	79	79	82	10	8	0	SW	SW	NW	3	1, 8
19	5, 9	6, 2	5, 9	6, 0	83	71	81	78	0	0	4	SW	E	S	3	1, 4
20	5, 7	6, 2	6, 2	6, 0	84	82	82	83	10	8	10	SW	?	?	1	1, 0
21	5, 5	4, 9	5, 3	5, 2	81	66	73	73	10	10	10	?	?	SW	0	1, 7
22	4, 0	4, 8	3, 9	4, 2	65	67	62	65	10	8	8	SW	W	W	3	2, 7
23	4, 2	3, 5	3, 6	3, 8	73	52	62	62	0	0	0	?	?	SW	1	2, 2
24	3, 6	3, 7	4, 1	3, 8	67	57	67	64	0	10	10	?	?	?	2	1, 8
25	4, 7	4, 9	4, 9	4, 8	83	85	85	84	10	10	10	W	W	W	3	1, 7
26	4, 7	5, 0	4, 9	4, 9	78	75	77	77	0	5	0	W	SW	S	2	1, 2
27	5, 2	3, 9	5, 9	5, 0	78	54	83	72	10	8	10	?	?	S	1	1, 5
28	5, 9	6, 6	6, 5	6, 3	78	78	82	79	8	9	0	W	SW	W	2	1, 4
29	6, 0	7, 2	7, 0	6, 7	73	70	80	74	0	0	6	SW	SW	W	4	2, 0
30	7, 2	7, 8	7, 8	7, 6	81	76	87	81	8	10	0	?	?	W	2	1, 5
	6, 5	6, 8	6, 7	6, 6	78	71	78	76	6	6	6				4	1, 9

Tens. del vapor acq. mass. 11,9 mm g. 3
» » » » min. 3, 5 » 23
» » » » media 6, 6

Umidità relativa mass. 98 g. 12
» » min. 36 » 14
» » media 76

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	6	2	2	4	29	20	3

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
6

Osservazioni meteorologiche fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

DICEMBRE 1907 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	763, 4	762, 8	762, 3	762, 8	7, 6	8, 2	7, 0	9, 6	6, 9	7, 8		
2	761, 2	759, 3	758, 3	759, 6	5, 5	7, 8	6, 4	8, 1	5, 4	6, 4	1, 9	pioggia
3	753, 3	749, 2	745, 4	749, 3	6, 6	6, 0	6, 6	6, 7	6, 0	6, 5		
4	744, 4	746, 4	748, 5	746, 4	6, 0	7, 2	8, 4	8, 6	5, 8	7, 2	10, 1	pioggia
5	750, 9	750, 3	750, 8	750, 7	6, 3	8, 9	8, 2	9, 2	5, 6	7, 3		
6	750, 7	746, 4	742, 6	746, 6	6, 2	6, 2	6, 3	8, 2	6, 0	6, 7	4, 2	pioggia
7	744, 9	747, 8	751, 4	748, 0	5, 4	9, 8	8, 8	10, 0	3, 6	7, 0	5, 4	pioggia
8	754, 2	753, 1	751, 9	753, 1	5, 3	7, 0	5, 2	8, 8	5, 0	6, 1		
9	751, 4	751, 7	753, 0	752, 0	6, 4	8, 4	5, 9	8, 6	5, 0	6, 5		
10	754, 3	753, 8	754, 5	754, 2	4, 2	7, 6	6, 7	7, 9	3, 5	5, 6		
11	754, 6	754, 0	756, 0	754, 9	6, 4	8, 4	7, 1	8, 8	5, 7	7, 0		
12	754, 4	751, 4	748, 6	751, 5	5, 4	5, 2	5, 9	7, 1	4, 8	5, 8	15, 8	pioggia
13	748, 3	747, 5	748, 4	748, 1	4, 8	5, 0	4, 0	6, 3	4, 0	4, 8	0, 1	pioggia
14	743, 5	738, 0	739, 5	740, 3	2, 8	4, 6	3, 4	5, 0	2, 4	3, 4		
15	741, 8	744, 5	747, 9	744, 7	2, 6	5, 8	7, 6	9, 6	2, 2	5, 5		
16	756, 3	758, 3	761, 9	758, 8	7, 0	9, 0	7, 4	9, 4	5, 8	7, 4		
17	767, 5	767, 2	768, 4	767, 7	4, 4	7, 6	4, 4	7, 9	3, 4	5, 0		
18	769, 0	767, 7	767, 3	768, 0	3, 2	5, 0	3, 3	5, 2	2, 3	3, 5		
19	764, 5	762, 5	762, 7	763, 2	3, 4	5, 2	4, 4	5, 8	2, 3	4, 0		
20	762, 5	761, 9	762, 6	762, 3	4, 2	6, 8	5, 8	7, 0	2, 9	5, 0		
21	762, 7	761, 8	762, 1	762, 2	4, 5	6, 6	4, 8	6, 9	4, 0	5, 1		
22	761, 9	761, 6	763, 1	762, 2	5, 4	9, 0	6, 0	9, 1	3, 1	5, 9		
23	765, 2	765, 1	765, 4	765, 2	5, 2	7, 2	6, 4	7, 6	4, 0	5, 8		
24	765, 2	763, 6	762, 3	763, 7	5, 8	8, 4	7, 0	8, 6	5, 2	6, 7		
25	758, 5	755, 9	755, 1	756, 5	6, 0	7, 1	6, 2	7, 4	5, 9	6, 4		
26	753, 9	751, 6	751, 1	752, 2	5, 2	5, 4	4, 2	6, 2	4, 2	5, 0		
27	750, 1	749, 0	749, 2	749, 4	4, 2	5, 0	5, 2	5, 3	3, 9	4, 7	0, 9	pioggia
28	747, 6	745, 1	744, 5	745, 7	5, 0	7, 0	7, 1	7, 6	4, 9	6, 2	0, 6	pioggia
29	744, 0	745, 1	746, 9	745, 3	6, 0	6, 0	6, 7	7, 1	5, 8	6, 4	14, 9	pioggia
30	749, 8	750, 5	751, 9	750, 7	6, 6	7, 4	7, 1	7, 6	6, 2	6, 9	3, 5	pioggia
31	752, 5	751, 2	751, 1	751, 6	5, 4	6, 3	5, 5	7, 1	5, 0	5, 8	0, 7	pioggia
	754, 9	754, 0	754, 3	754, 4	5, 3	6, 9	6, 1	7, 7	4, 5	5, 9	58, 1	

Altezza barometrica massima 769, 0 mm g. 18 — Temperatura massima 10°, 0 g. 7
» » minima 738, 0 » 14 — » minima 2, 2 » 15
» » media 754, 4 — » media 5, 9

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.
Brina nei giorni 18, 19, 22.

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m,8)

DICEMBRE 1907 - Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm.
1	6,9	7,2	6,2	6,8	89	89	82	87	10	10	10	?	?	?	2	0,9
2	6,7	7,0	6,8	6,8	98	89	94	94	10	10	7	NW	W	?	2	1,1
3	6,6	6,8	7,3	6,9	91	97	100	96	10	10	10	E	?	S	3	0,9
4	6,8	6,9	5,8	6,5	97	91	70	86	10	10	10	W	SW	W	10	0,6
5	6,4	5,9	5,9	6,1	89	69	72	77	5	7	10	W	NW	SW	4	2,6
6	6,5	6,7	6,2	6,5	91	94	86	90	10	10	10	NW	SW	W	3	1,7
7	6,1	4,5	2,8	4,5	91	50	33	58	10	6	0	W	W	SW	13	1,7
8	3,9	4,3	4,4	4,2	59	57	66	61	5	8	0	W	?	NW	8	4,2
9	3,9	1,5	5,0	3,5	54	18	71	48	8	0	0	NW	W	SW	6	5,0
10	5,0	5,2	6,1	5,4	80	67	82	76	0	8	8	?	NW	?	1	2,5
11	5,5	6,0	5,9	5,8	76	73	78	76	5	3	0	W	SW	W	3	2,7
12	5,9	6,2	6,4	6,2	88	94	92	91	9	10	10	?	W	SE	5	1,1
13	5,6	5,7	5,3	5,5	87	87	87	87	10	10	10	NW	NW	N	4	0,9
14	5,2	6,0	5,3	5,5	93	93	90	92	10	10	10	SE	W	SW	4	0,8
15	4,5	5,4	3,1	4,3	81	78	40	66	5	0	0	W	?	?	5	1,5
16	2,8	3,1	2,9	2,9	37	36	37	37	0	0	0	W	NW	SW	13	5,7
17	3,7	3,6	3,9	3,7	59	45	62	55	0	0	0	SW	SE	W	12	3,9
18	3,4	4,3	4,3	4,0	60	66	74	67	0	0	2	W	?	?	2	1,9
19	4,5	4,6	4,8	4,6	76	69	75	73	5	10	5	W	?	?	2	1,3
20	4,4	4,4	5,0	4,6	70	60	73	68	8	3	8	?	?	SW	1	1,6
21	5,0	5,2	5,6	5,3	79	71	87	79	10	10	0	?	?	?	0	1,2
22	5,1	5,5	5,8	5,5	75	64	83	74	0	0	0	W	?	W	2	1,5
23	5,8	6,3	5,9	6,0	87	83	82	84	5	10	5	SE	?	?	1	0,8
24	5,6	6,2	6,3	6,0	82	75	84	80	5	5	10	?	?	?	1	1,4
25	6,4	6,8	6,7	6,6	91	90	94	92	8	10	10	?	SE	SE	1	1,1
26	6,0	5,8	5,9	5,9	91	86	95	91	10	10	10	?	W	?	1	0,8
27	5,8	6,1	6,2	6,0	93	94	94	94	10	10	10	?	?	?	0	0,6
28	6,2	7,1	7,2	6,8	95	94	96	95	10	10	10	SE	SE	SE	4	0,8
29	6,8	6,8	7,2	6,9	97	97	99	98	10	10	10	W	W	SW	6	0,2
30	7,1	7,5	7,0	7,2	97	97	93	96	10	8	10	W	W	SW	8	0,9
31	6,3	6,6	6,4	6,4	94	92	95	94	10	10	10	?	SE	N	3	1,1
	5,5	5,7	5,6	5,6	82	76	80	79	7	7	6				4	1,7

Tens. del vapor acq. mass. 7,5 mm g. 30
» » » » min. 1,5 » 9
» » » » media 5,6

Umidità relativa mass. 100 g. 3
» » min. 18 » 9
» » media 79

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	0	1	10	1	12	25	9

Media nebulosità relativa nel mese in decimi

7

QUADRO SOMMARIO
DELL' IDROGRAFIA ATTUALE DEL NILO

MEMORIA

DEL

Prof. JACOPO BENETTI

(letta nella Sessione del 24 Novembre 1907)

(CON TAVOLE)

Da un secolo in quà l' attenzione del mondo scientifico è singolarmente attratta verso l' Egitto, culla della civiltà, verso il Nilo benefico e verso il misterioso Continente Nero. Le Memorie della Spedizione Francese in Egitto nel 1799, sono il primo monumento imperituro della scienza europea, e la scoperta dei Laghi Equatoriali fatta da Speke e Grant nel 1862 aprì un immenso orizzonte alle esplorazioni ed agli studî dei geografi, fra i quali gli italiani tengono un posto assai onorevole.

Ma già nel 1856 il tedesco von Klöden aveva pubblicato a Berlino il suo libro « *Das Stromsystem des oberen Nil* » che riassumeva quanto fino allora si sapeva sull' idrografia dell' Alto Nilo, e l' italiano ingegnere illustre Lombardini nel 1865 pubblicava a Milano il suo « *Saggio sull' idrografia del Nilo* » lavoro magistrale che tracciò la via a tanti lavori susseguenti, più perfetti soltanto nei dati di fatto, di Chavanne (Vienna, 1883), di Chélu (Parigi, 1891), di Martonne (Berlino, 1897), di Willcoks (Londra, 1889, 1899) ecc. ecc.

L' insurrezione *mahdista* riavvolse l' Alto Nilo in tenebre che si diradarono soltanto dopo la ripresa di *Khartoum-Ondurman* operata mirabilmente dalle truppe anglo-egiziane nel 1898. (Apro una parentesi per dichiarare che d' ora innanzi scriverò tutti i nomi proprî come si trovano scritti nei documenti ufficiali inglesi, i quali quindi vanno letti all' inglese).

D' allora in poi sono state impiantate e regolate scientificamente alcune stazioni metereologico-idrografiche sull' Alto Nilo, inoltre sono state condotte alcune spedizioni scientifiche ufficiali del Governo Anglo-Egiziano e del Governo Germanico per rilievi e misure topografiche, geologiche ed idrauliche.

Invero gli studî anzidetti sono stati fatti rapidamente, più per ricavarne elementi attendibili per i grandiosi progetti in vista per le irrigazioni egiziane e sudanesi,

piuttostocchè per completare e perfezionare gli studî geografici ed altri scientifici. Sono studî tuttora in corso, ma condotti con potenza di mezzi e vigoria di azione, come sanno usare i governanti inglesi.

Attualmente sono anima e corpo di tali studî Sir W. Garstin, Sottosegretario di Stato per i lavori pubblici, ed il Capitano H. G. Lyons, Direttore Generale del Catasto ecc. ecc. Il primo ha pubblicato nel 1904 al Cairo una Relazione magistrale sui bacini idrografici dell' Alto Nilo e sui miglioramenti da apportarsi al corso del medesimo. Il secondo ha pubblicato nel 1906 al Cairo il libro più completo che si abbia oggidì sulla *Fisiografia del fiume Nilo e dei suoi bacini.*

In tale libro nulla è dimenticato di quanto riguarda la geografia finora nota e la geologia attuale dell' immenso territorio, e meglio quanto riguarda le condizioni metereologiche, idrografiche ed idrauliche finora abbastanza bene determinate. Sonvi pure riportati gli innumerevoli, non sempre perfetti, risultati delle esplorazioni dei viaggiatori. Le deduzioni generali sono fatte con una critica piuttosto severa e perciò degna di maggiore fede. Tutto ciò lascia sperare che da qui a qualche anno, dopo chiusa la prima serie di studî metodici precedentemente accennati, potremo avere finalmente un libro sicuro sull' idrografia completa di tutto il Nilo.

Da tale lavoro ricaviamo i seguenti elementi idrografici caratteristici del Nilo con sicurezza maggiore di quanto era possibile per lo passato, ma non abbiamo trascurati tutti i possibili raffronti con altri lavori autorevoli, anzi abbiamo potuto fare qualche verifica sui siti in due serie di viaggi (l' una recentissima) effettuati per studî sulle irrigazioni egiziane. (Veggasi Appendice alle *Memorie illustrative della Carta idrografica d' Italia,* edita dal benemerito Ministero d' Agricoltura ecc. a Roma nel 1892).

Oggidì viene ammesso generalmente che il *caput Nili* sia il fiume *Kagera-Nyararongo,* assai tortuoso ed impaludato, che scende dai vulcani spenti *Kirunchanga* e *Mfumbiro* a settentrione del Lago *Tanganika,* che da tempi remotissimi è stato separato dai bacini del Nilo.

Il corso del *Kagera* fino al suo sbocco nei Lago *Victoria* è lungo 690 chilometri, e fino alla sua uscita dal medesimo, a *Ripon Falls* (Cascate di *Ripon*) è stato valutato di 908 Km. La superficie del Lago *Victoria* è situata ad una quota di circa 1130 metri sul livello del Mar Rosso, mentre la elevazione media del suo bacino pluviale è inferiore ai 1500 metri : soltanto la catena di montagne del *Ruwenzori* ad occidente si eleva a 5500 metri e la massa vulcanica spenta dell' *Elgon* ad oriente si eleva a 4600 metri.

La superficie libera del Lago *Victoria* può venire valutata a circa 68 mila chilometri quadrati, e quella del suo bacino pluviale a circa 238900 Km. quadrati. Però la sola quantità di pioggia annuale da prendersi in considerazione per l' alimentazione del Nilo è quella che cade sul lago, ed è di un' altezza media di circa 1500 millimetri (maggiore all' occidente), perchè i corsi d' acqua tributari del lago sono di importanza relativa piccola ed in massima parte perdono le loro acque per via negli stagni e per evaporazione.

Pure i quattro quinti dell' anzidetta altezza d' acqua vanno perduti annualmente per via di evaporazione; in media generale millimetri 3,4 per giorno.

Senza tenere conto delle variazioni secolari, o periodiche, o dovute a terremoti del livello del Lago *Victoria*, si può affermare che le variazioni principali annuali dipendono essenzialmente dalle pioggie che cadono sul lago, le quali sono in massima quantità in Aprile-Maggio ed in Novembre: sono fra circa 30 e 90 centimetri.

Lo scarico del Lago a *Ripon Falls* per minuto secondo può venire valutato fra 500 e 650 metri cubi, secondo il livello del Lago, e quindi in media a circa 575 mc.

Il Nilo, scaricandosi a Nord dal Lago *Victoria*, sotto il nome di Nilo *Victoria* precipita per 64 chilometri a *Kakoji* nella bassura dei laghi riuniti *Choga*, *Kwania*, ecc. ecc. la cui superficie libera di circa 2900 Km. quadrati è situata probabilmente alla quota di 1065 metri. Tale superficie acquea funziona da grande moderatore e collettore di depositi del Nilo: perciò la portata susseguente di questo varia fra più stretti limiti, forse fra 520 e 620 metri cubi; quindi in media è circa 570 mc. oppure 550 mc.

A *Foweira*, alla quota di 1060 m. ed alla distanza di 274 chilom. da *Ripon Falls*, il Nilo *Victoria* si volge bruscamente ad occidente, e si avvia precipitosamente alle famose cascate di *Murchison*, distanti 351 Km. da *Ripon Falls* e con un salto di circa 44 metri: nel tronco in discorso versano le proprie acque, assai torbide in tempo di piena, parecchi corsi settentrionali provenienti dai monti *Acholi*, di modo che ne risulta un po' turbata la grande costanza di portata sovraccennata.

Poscia ad una distanza di 38 Km. il Nilo si getta entro una punta settentrionale, (scoperta nel 1864 da S. Baker) del Lago *Albert*, che è situato entro una frattura considerevole del suolo ad occidente della catena del *Ruwenzori* e del Lago *Victoria*, ed a mezzogiorno è alimentato dal lungo fiume *Semliki*; questo scarica le acque del Lago *Albert Edward* (scoperto da Stanley nel 1875) situato nella medesima frattura meridiana che prima dei cataclismi preistorici continuava in quella dei laghi meridionali *Kivu* e *Tanganika*.

La vallata in questione è relativamente stretta (specialmente lungo il *Semliki*), ma lunga: ha un bacino pluviale di circa 54.100 Km. quadrati sul quale, come su quello del Lago *Victoria* cadono le quasi continue pioggie equatoriali, almeno per un'altezza di 1500 millimetri all'anno, senza contare l'acqua dovuta allo squagliarsi dei ghiacciai. Una grande parte di tanta umidità è assorbita dalle paludi e dalle foreste, ma ciò nonpertanto il livello del Lago *Albert* varia considerevolmente durante ogni anno, e contribuisce molto a far variare la portata del Nilo alla sua uscita dal medesimo lago, alla quota di circa 700 metri: nelle stagioni, da Marzo a Giugno e da Ottobre a Gennaio, delle grandi pioggie, le acque nel Lago *Albert* si accumulano forse a 700 m. c. per secondo.

La portata del Nilo a *Wadelai*, ad una distanza di 64 Km. dal Lago *Albert* e di 67 dallo sbocco del Nilo *Victoria* nel medesimo lago, è ora valutata, variabile fra circa 500 m. c. e circa 1000 al secondo: la qual cosa dimostra la somma influenza dei laghi in

discorso e dei loro numerosi affluenti (compresi quelli provenienti dai monti *Acholi*) sul regime idraulico dell' alto Nilo: ciò tanto più che i corsi d' acqua ora accennati trasportano grossi materiali che si depositano nel Lago *Albert* prima dell' uscita del Nilo, che dippoi prende il nome di *Bahr el Jebel* (fiume della montagna perchè dippoi scorre entro una lunghissima stretta gola rocciosa). Nella regione dei laghi equatoriali il sottosuolo roccioso è costituito da roccie granitoidi, da schisti cristallini e da sottostanti roccie ferrose.

Alla decomposizione (nell' epoca arcaica) delle roccie anzidette è dovuto il mantello di colore rosso vivo, costituito da limonite, ricchissima di sesquiossido di ferro che ricopre il suolo: su tali circostanze e sopra alle caratteristiche geologico-mineralogiche avremo fra breve nuove rivelazioni dal Prof. Alessandro Roccati che ha fatto parte della recentissima spedizione del Duca degli Abruzzi alle montagne *Ruwenzori*: la geologia delle regioni equatoriali ha una strettissima relazione coll' idrografia delle medesime.

Dopo l' uscita dal Lago *Albert*, il Nilo *Bahr-el-Jebel* si volge nettamente, ma tortuosamente e pianeggiante nella massima parte, verso settentrione percorrendo le seguenti distanze:

a	*Wadelai*	chilometri	64
	Nimulé	»	152
	Fiume *Asua*	»	21
	Forte *Berkeley* . . .	»	126
	Gondokoro	»	32
	Lado	»	12
	Mongalla	»	29
	Bor	»	134
	Kenisa	»	117
	Ghaba Shambè . .	»	80
	Hellet Nuer	»	181
	Lago *No*	»	208
	complessivamente	chilometri	1156

Il bacino pluviale del *Bahr-el-Jebel* e del parallelo (ad oriente) *Bahr-el-Zaraf* (*Fiume delle giraffe*) è di circa 190700 Km. quadt. La sua parte meridionale è formata dai monti che si staccano dall'altipiano equatoriale: è una regione di forti pioggie, ed ha qualche corso d'acqua assai importante affluente del *Bahr-el-Jebel* come l'*Asua*: il Bahr ha parecchie rapide. Invece la parte settentrionale, la più importante, è poco piovosa e si trova in un piano situato a Nord di *Gondokoro* (ove il Bahr comincia ad essere navigabile) a quote intorno ai 900 metri, formante una specie di terrazza di erosione dell' altipiano equatoriale, col quale ha comuni le roccie primitive sottostanti e talora emergenti, inoltre la formazione ferruginosa.

Da *Gondokoro* fino al Lago *No*, ove incontra il *Bahr-el-Ghazal*, (*Fiume delle gazelle*), il *Bahr-el-Jebel* scorre placidamente e tortuosamente entro al piano alluvionale settentrionale, nella regione famosa dei *sadd* (dighe), ostacoli lunghi, profondi, enormi, inestricabili e talvolta vaganti formati da ammassi di vegetali *papiracei* vivi e morti, nonchè di terriccio (quindi specie di torbe in formazione) che poco mancò non producessero la distruzione completa della spedizione di *Gessi Pascià*: sono interessantissimi i particolari recenti che ne danno le Relazioni di Garstin ed anche il libro del chiarissimo viaggiatore capitano E. A. D'Albertis intitolato: « *Una crociera sul Nilo* » pubblicato alla fine dal 1904.

Nei 400 chilometri del suo corso meridionale il *Bahr-el-Jebel* è ingrossato dal suo bacino pluviale, mentre nei restanti 700 chilometri del suo corso settentrionale esso perde a poco a poco della sua portata (ingrossata a Nord dell'affluente *Yei*, ecc. ecc.) sia per evaporazione che per assorbimento del suolo paludoso: l'altezza d'acqua pluviale misurata recentemente nelle stazioni meridionali del *Bahr* è di poco più di un metro per anno, e cade massimamente nei mesi da marzo a novembre, con due massimi l'uno in maggio-giugno, l'altro in agosto-settembre, ma sui monti meridionali è naturalmente maggiore: invece verso settentrione è minore, laddove due stagioni piovose si confondono in una sola da giugno a settembre: la media massima piena a *Gondokoro* ha un' altezza di circa 1 $^3/_4$ metri: ma sempre il livello del Lago *Albert* è il principale regolatore della portata del *Bahr-el-Jebel*, massimamente durante i livelli alti; ed in allora tutto l'arido deserto settentrionale risulta innondato ed il corso del *Bahr* non è più ben determinato.

Da qualche anno il Governo Sudanese si dà molta cura per sgombrare il *Bahr* dai *sadd* e quindi per agevolarne la navigazione verso *Gondokoro*, ma ha già in mente un grandioso progetto per una nuova inalveazione delle sue acque e quindi per la bonifica di tutto il territorio circostante: infrattanto lo scrivente sa che havvi un ingegnere meccanico americano il quale studia profondamente battelli-draghe speciali atti a sgombrare rapidamente il *Bahr* dai *sadd* che continuamente si formano e s' ingrossano, invece di valersi, come oggidì, soltanto degli uomini con semplici mezzi, seghe ecc. ecc. uomini sacrificati alla malaria ed alla morte.

Durante l'inverno 1907 quell' ardito ed instancabile ingegnere idraulico che è Sir *W. Willcoks* ha voluto esplorare per conto dei suoi progetti le poco note e letali regioni in questione, ma poco mancò non vi trovasse la morte in causa di malattie infettive.

Parlando in via molto sommaria, si può affermare che il *Bahr-el-Jebel* nel suo ultimo tronco da *Hellet Nuer* al Lago *No*, lungo 208 chilometri, ha una velocità e portata pressochè costante durante tutto l'anno, e perciò ha quasi stabiliti fondo e sezione, che non hanno tendenza a cangiare, dappoichè i sedimenti si arrestano nei tronchi superiori: sembra che attualmente l'anzidetta portata pressochè costante sia di circa 306 m. c. per secondo.

Un saggio di acqua del *Bahr-el-Jebel* raccolto a *Hellet Nuer*, nel Settembre 1902, avrebbe dato per chilogramma:

Materie in sospensione:	Organiche	2,2	milligr.
» » :	Minerali	36,0	»
	Totale	38.2	

Materie disciolte:

organiche ed inorganiche, in totale 164,0 milligr.

Il *Bahr-el Zaraf* scorre parallelamente e poco discosto ad oriente del *Bahr-el-Jebel*; le due foci sono discoste 76 chilometri: sembra essere un alveo colatore delle acque di questo e delle sue lagune, inoltre delle pioggie che vi cadono sopra; è tuttora un corso d' acqua misterioso, lungo circa 340 chilometri di piccola portata variabile fra 30 e 170 m. c.: le sue acque contengono pressochè l' istessa proporzione di materie organiche in sospensione che quelle del *Bahr-el-Jebel*, ma quasi il doppio di materie minerali in sospensione ed alquanto più di materie organiche ed inorganiche disciolte.

Il bacino pluviale del *Bahr-el-Ghazal* ad occidente del *Bahr-el-Jebel* misura circa 552100 Km. quadrati, ma non ostante tanta grandezza è quasi senza effetto sul regime idraulico del *Nilo Bianco*, che risulta dalla sua congiunzione nel *Lago No* col *Bahr-el-Jebel*, del quale ha consimili le condizioni geologiche ed idrografiche: il *Bahr-el-Ghazal* ha un immenso ventaglio di affluenti importanti (*Iur* ecc. ecc.), parecchi dei quali però sono poco noti e determinati, sebbene siano famose le esplorazioni di Schweinfurth Emin, di Casati, Gessi, ecc. ecc.

Il *Lago No* non sembra essere mai stato un lago nel vero senso (come invece lo vorrebbero Lombardini e Willcoks), ma invece non è che una bassura con declivio minimo nella quale s' arrestano le acque del *Bahr-el-Ghazal* e del *Bahr-el-Jebel* e si fa sentire il rigurgito del *Sobat*, che trattiene pure le acque del *Bahr-el-Zaraf*.

È ancora questa la regione dei terribili *Sadd*, attraverso i quali le acque a stento si aprono il varco, or di quà ed or di là, ora sotto ed ora sopra, ora quietamente ed ora furiosamente, con variazioni frequentissime e rapidissime che formano la disperazione dei naviganti.

L' assorbimento dell' acqua da parte dei *Sadd* e l' evaporazione immensa delle lagune circostanti sono le cause principali dell' enorme diminuzione di portata del Nilo durante le piene, dimodochè il *Nilo Bianco* risultante dalla congiunzione del *Bahr-el-Ghazal* col *Bahr-el-Jebel* e col *Bahr-el-Zaraf*, prima della confluenza del *Sobat*, ha soltanto una portata pressochè costante di circa 450 metri cubi per secondo, adunque sensibilmente minore di quella del *Nilo Victoria* che si scarica dai Laghi *Victoria*, *Choga*, ecc. ecc., non ostante il considerevole incremento successivo dovuto ai laghi *Albert*, *Albert Edwards* ecc. ecc.

È sorprendente che, per ora, meno dell' 1 per cento dell' acqua che piove sui bacini equatoriali finora considerati arrivi nel *Nilo Bianco*.

Eccoci a dire qualche cosa sul *Sobat* che confluisce nell' ultimo Nilo a 48 chilometri dalla foce del *Bahr-el-Jebel*, otto chilometri a monte di *Taufikia*, che è distante 132 Km. dal *Lago No*.

Il bacino pluviale del *Sobat* è di circa 244900 Km. quadrati ed ha un ventaglio di numerosi ed importanti corsi d' acqua, quasi tutti precipitanti dall' altipiano abissino: perciò ha caratteri geologici, metereologici ed idrografici intermedi fra quelli di tale altipiano, dell' altipiano equatoriale e dei deserti niliaci.

È notorio che l' altipiano abissino si trova a quote da 2000 a 2500 metri, è formato da roccie vulcaniche, basaltiche ecc. ecc. sovrastanti a quelle granitiche dell' altipiano equatoriale, ha condizioni metereologiche in generale molto costanti dovute ai venti che soffiano da Nord a Nord-Est nella stagione secca e da Sud a Sud Est (i venti *monsoni* indiani) nella stagione piovosa, la quale lo è più nelle regioni meridionali dell' altipiano ove regolarmente dura dal 15 Maggio al 15 Settembre, raggiungendo un massimo di 500 millimetri d' altezza d' acqua piovuta mensilmente in Luglio ed Agosto: nelle regioni niliache dei *Bahr-el-Ghazal*, *Bahr-el-Jebel* e *Sobat* la stagione piovosa dure da Aprile ad Ottobre e quella asciutta da Dicembre a Febbraio.

Il corso del *Bahr-Sobat* è torrenziale nel tronco meridionale di circa 200 Km. di lunghezza fino a *Gambela* e fluviale nel susseguente tronco settentrionale, di circa 540 chilometri di lunghezza ed a quote da 600 ad 800 metri: nei tratti intermedi hanno luogo i massimi sedimenti: nei tratti più settentrionali presso allo sbocco nel *Nilo Bianco* hanno luogo i ristagni d' acqua che si prolungano in Ottobre e Novembre, quando già sono quasi cessate le pioggie sull' altipiano abissino. L' influenza del *Sobat* e del suo confluente *Pibor* sul regime del *Nilo Bianco* è veramente notevole rapporto alle irrigazioni sudanesi ed egiziane: accresce la portata (quasi sempre costante, di poco più di 400 m. c.) del *Nilo Bianco* in Aprile, quando le pioggie sull' altipiano abissino hanno ancora da far sentire la loro influenza sulle piene del *Nilo Azzurro*, dell'*Atbara* e quindi sulle acque del *Basso Nilo*, poscia accresce pure la portata del *Nilo Bianco* in Dicembre e Gennaio, quando le pioggie anzidette sono cessate e quindi ritornano le acque magre del *Basso Nilo*: in conclusione è di un regime correttivo prezioso per l' irrigazione perenne dell' Egitto.

La portata del *Sobat*, presso alla sua foce, sembra variare da un minimo di un centinaio di metri cubi ad un massimo approssimativo di 900 m. c.: il colore delle sue acque torbide è in principio rosso-mattone, ma alla fine diviene biancolatte, e da ciò, secondo alcuni scrittori, sarebbe derivato il nome di *Nilo Bianco* al fiume nel quale si scarica il *Sobat*, senza apportarvi un notevole incremento di sedimenti.

Il corso del *Nilo Bianco* può venire spartito in quattro tronchi caratterizzati differentemente:

1° Da occidente ad oriente, dal *Lago No* alla foce del *Sobat*, con sponde paludose che riescono innondate dal *Sobat* nell' estate avanzata e durante l' autunno:

2° Da Sud a Nord dalla foce del *Sobat* ad *Ahmed Agha*, nel qual tronco si trovano isolotti sottili, e paralleli *Khors* (larghi alvei superficiali di acque percorsi raramente e soltanto per poche ore, come i *riali* siciliani) di lunghezza considerevole prima sulla riva sinistra, poscia sulla destra;

3° Ancora meglio da Sud-Nord da *Ahmed Agha* a *Dueim* distante 762 chilometri dal *Lago No*, nel qual tronco le isole sono assai grandi e quasi tutti i paralleli lunghi *Khors* si trovano alla destra;

4° Continuando da Sud a Nord, da *Dueim* a *Khartoum* (che dista 200 Km. da *Dueim*), nel quale tronco si trovano isole ed i *Khors* si trovano soltanto sulla riva sinistra, che è la più coltivata.

L' area del bacino pluviale del *Nilo Bianco* è piuttosto indeterminata, ma può venire valutata approssimativamente di 353500 Km. quadrati: non ha però alcuna importanza sul regime del Nilo perchè le pioggie, eccettocchè nelle piccole regioni meridionali, sono assai scarse ed assorbite interamente dal suolo; anzi le fortissime evaporazioni riescono a diminuire la portata del Nilo.

Il bacino, assai monotono, è situato in massima parte nei territori (con fortissimi sbalzi di temperatura) aridi del *Kordofan* e del *Gezira*, a quote inferiori di 500 metri.

Il regime idraulico del *Nilo Bianco* è assai interessante per le irrigazioni sudanesi ed egiziane.

Alla fine di Aprile, la portata a *Taufikia* è al suo minimo, perchè soltanto allora cadono le prime pioggie sull' altipiano meridionale abissino: in Maggio, il *Sobat* comincia a gonfiarsi ed alla fine di Giugno, raggiunge una portata dagli 800 ai 900 metri cubi, che si aggiunge a quella pressochè costante di poco più di 400 m. c. che proviene dai *Bahr* occidentali. Tali incrementi producono dapprima l' innondazione di tutta l' area immensa delle bassure e la trattenuta delle acque dei *Bahr* medesimi, la quale dura da Agosto a Novembre.

Consimili effetti, ma più forti, producono a *Khartoum* le acque del *Nilo Azzurro* in Agosto e Settembre. In Novembre, ordinariamente, decresce il *Sobat* e le acque che hanno riempita la vallata si scaricano rapidamente verso *Khartoum*, ove un massimo livello viene raggiunto in Dicembre, dopo il quale decresce assecondando il decremento del *Sobat* fino a Febbraio, in ragione di uno o due centimetri per giorno fintantochè durano le pioggie abissine. Dippoi la specie di serbatoio formato dai tronchi inferiori del *Sobat*, dei *Bahr* occidentali e del *Nilo Azzurro* va sempre più vuotandosi, e resta soltanto l' influenza dell' afflusso dei corsi d' acqua meridionali.

La stagione delle magre del *Nilo Bianco*, a cominciare da mezzo Maggio è caratterizzata dal colore verde straordinario delle acque, e così pure dall' odore e sapore pantanoso e putrido delle medesime dovuto ad una grande quantità di alghe microscopiche, nonchè all' olio essenziale disgustoso emesso da talune specie: la provenienza e le condizioni peculiari di sviluppo e di corso di tali alghe non sono finora ben determinate, tanto più che dopo Giugno le acque fangose e brune di piena corrono sopra e più velocemente delle acque verdi.

Negli anni 1902, 1903 e 1904 la portata del *Nilo Bianco* misurata a *Dueim*, 70 Km. a monte di *Khartoum*, ha variato fra circa 350 e 1665 metri cubi, ma in tali variazioni ha influito molto il rigurgito prodotto dalle piene del *Nilo Azzurro* che è ben noto ai naviganti e che ordinariamente dura da Agosto ad Ottobre.

L' effetto finale del *Nilo Bianco* è quello di una specie di serbatoio delle piene del *Sobat* raccogliente 1500 milioni di metri cubi per scaricarli giù durante i mesi di Ottobre, Novembre e Dicembre, mentre nel semestre susseguente scarica giù la portata quasi costante dei *Bahr* occidentali e quella decrescente del *Sobat:* a questa si aggiunge a valle la portata di magra primaverile del *Nilo Azzurro* : i due supplementi dipendono dall' intensità delle pioggie estive ed autunnali sull' altipiano abissino, dimodochè queste sono pure fattori delle magre niliache e quindi della necessità di tenere in serbo maggiore quantità delle acque di piena.

Il *Nilo Azzurro.* Il suo bacino pluviale valutato approssimativamente a 331500 Km. quadrati è situato sull' altipiano abissino occidentale e meridionale, che si trova a quote medie da 1800 a 2400 metri, ma con rapidissime discese verso il Mar Rosso ed assai più piccole verso il *Sudan*, che è situato a circa 500 metri: l' altipiano (lungo circa 1000 Km. e largo da 250 a 500) è costituito da roccie primitive, graniti ecc. con sovrapposti letti di arenarie e calcari trapassati e ricoperti da roccie vulcaniche, le inferiori basaltiche e le superiori trachitiche: colossali terremoti ed erosioni hanno prodotto in tale altipiano burroni assai profondi (talvolta mille e più metri), entro i quali si precipitano le acque che piovono dal cielo con una grande regolarità nelle ore pomeridiane nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre, quindi durante le acque magre del *Nilo Bianco :* alle materie rosso-brune risultanti dalla decomposizione delle roccie vulcaniche e trasportate in basso dalle acque precipitanti dall' altipiano abissino è dovuta in grande parte la fertilità del suolo egiziano.

L' altezza d'acqua che piove annualmente sull' altipiano abissino può venire valutata da 1500 a 1800 millimetri nella regione meridionale sotto *Addis Abbaba* : a circa 1300 intorno a tale centro; a circa 1500 più a settentrione, nel *Gojam* ; a 1000 ancora più a settentrione nell' altipiano di *Gondar* ; a 750 a Nord dei monti *Simien* ; a 500 sul bacino del *Mareb* ed a 400 o 300 sui piani settentrionali ed occidentali del *Sudan.* In media generale il 13 % di tali altezze cade in Giugno; il 30 % in Luglio; il 32 % in Agosto, il 13 % in Settembre: quindi negli altri otto mesi soltanto il 12 %.

In via di prima approssimazione, si può dire che la massima altezza d' acqua piovuta in un anno di grandi pioggie è doppia della minima piovuta in un anno di pioggia scarsa.

Premesse tali generalità diciamo ora qualche particolarità sui corsi d' acqua che discendono dall' altipiano abissino.

Nel Lago centrale *Tsana*, che è situato alla quota di 1755 metri ed ha una superficie di circa tre mila Km. quadrati ed un bacino pluviale di circa 17 mila, convergono tutt' intorno tanti piccoli corsi d' acqua, fra i quali l' *Abai* superiore; dal medesimo effluisce il fiume *Abai* propriamente detto esplorato da Cecchi ecc. ecc. che si volge a Sud-Est, ben presto incassandosi e formando parecchie cascate colla discesa di 6 metri per chilometro: poscia passando nelle regioni del *Gojam* e dello *Shoa*

riceve molti confluenti, facendo un' immensa inflessione verso mezzogiorno; e dopo avere ricevuto il confluente assai importante *Didessa* proveniente dal Sud, dirigesi decisamente da Sud-Est a Nord-Ovest verso *Khartoum* rinforzato da altri confluenti importanti, e riceve la designazione di *Nilo Azzurro.*

Fra i confluenti inferiori meritano di essere ricordati il *Dinder* ed il *Rahad* provenienti dall' occidente dell' altipiano abissino, i quali insieme col *Nilo Azzurro* formano entro la pianura alluvionale a settentrione di *Roseires* un' infinità di navigabili curve meandriche assai caratteristiche, alcune delle quali si confondono insieme durante le piene. Infine la vallata si allarga e talvolta s' impaluda per poi volgersi ad angolo retto verso il *Nilo Bianco* a *Khartoum.*

Il *Nilo Azzurro* trasporta in giù molti sedimenti, la qual cosa non fa il *Sobat.* Però alcuni corsi d' acqua, non molto importanti tributari o non del *Nilo Azzurro,* provenienti da oriente e da mezzogiorno, sono consimili al *Sobat* tanto nei leggeri sedimenti che trasportano, quanto nell' anticipare e posticipare le piene abissine.

Ecco alcune cifre rimarchevoli del corso del *Nilo Azzurro*:

	Distanze dal Lago *Tsana* in chilometri	Quote d'elevazione in metri
Alata Bridge	32	
Confluenza col *Didessa* . .	592	
Roseires	901	439
Senuar	1188	406
Wad Medani	1334	387
Khartoum	1540	372

Nel 1902 e nel 1903 sono state fatte accuratamente misure di portata del *Nilo Azzurro* a 5 Km. a monte di *Khartoum* ed eccone alcune cifre:

Date		M. cubi di portata	
1902 — 20 Giugno	. . . . .	695	
» — 4 Luglio	. . . . .	1082	
» — 18 »	. . . . .	1612	
» — 1 Agosto	. . . . .	3420	
» — 15 »	. . . . .	4720	
» — 29 »	. . . . .	7180	(massimo)
» — 12 Settembre	. . . . .	5800	
» — 26 »	. . . . .	4860	
» — 10 Ottobre	. . . . .	3250	
» — 24 »	. . . . .	2030	
» — 14 Novembre	. . . . .	1035	
» — 5 Dicembre	. . . . .	654	

Date				M. cubi di portata
1903	—	6	Giugno	970
»	—	19	»	1500
»	—	3	Luglio	1314
»	—	17	»	2267
»	—	31	»	2870
»	—	14	Agosto	9340
»	—	28	»	9544 (massimo)
»	—	11	Settembre	8385
»	—	25	»	8965
»	—	9	Ottobre	5749
»	—	23	»	4098
»	—	13	Novembre	1790
»	—	4	Dicembre	1102
»	—	25	»	722
1904	—	15	gennaio	488

La piena del 1902 è stata circa due terzi di quella del 1903, la quale può essere considerata come inferiore ad una media.

In via di prima approssimazione si può ammettere che la piena impieghi circa 10 giorni a passare dal centro del bacino fino a *Khartoum*, percorrendo poco più di 100 chilometri per giorno.

Il problema dell' incontro ortogonale delle acque del *Nilo Azzurro* con quelle del *Nilo Bianco* a *Khartoum-Omdurman* è uno dei più interessanti che vi siano nella scienza dell' idraulica pratica, ed ha occupato ed occupa parecchi distinti ingegneri, ma non potrà essere discusso a dovere che da qui ad alcuni anni, perchè le più attendibili determinazioni idrometriche sono di date assai recenti: se ne è occupato anche l' ingegnere italiano Tommasini in una sua Memoria di grande valore che ha intitolata: « *Delle scale di deflusso* » pubblicata negli « *Annali della Società Ingegneri ed Architetti Italiani* » a Roma, nel 1905.

Durante le magre del Nilo il *Nilo Bianco* è il fattore dominante.

Ma appena il *Nilo Azzurro* comincia a crescere, sovrattutto le acque del *Nilo Bianco* cominciano ad espandersi ed alzarsi in tutte le bassure della specie di bacino che si trova fra *Omdurman* e *Dueim*, dimodochè il deflusso unitario del *Nilo Bianco* verso il *Nilo Azzurro* diminuisce, e tale effetto va gradatamente aumentando col gonfiarsi del *Nilo Azzurro* e coll' estendersi (forse fino a 500 Km. quadrati) del bacino d' innondazione, nel quale le acque salgono (forse di 5 e più metri) e s' arrestano fino a divenire pressochè stagnanti. Il grande serbatoio in questione influisce assai sul contributo unitario d' acqua che apporta ad *Omdurman* il *Nilo Bianco*, anche perchè enorme ne è la perdita per evaporazione, che può venire valutata a circa 10 millimetri d' altezza di

acqua per giorno: invece il medesimo bacino influisce sulla portata del Nilo a valle di *Omdurman-Khartoum* nel senso che congiuntamente ad una maggiore portata del *Nilo Bianco* e sovrattutto del *Sobat* (col *Khor Pibor*) s'aggiunge alla portata decrescente del *Nilo Azzurro* durante i mesi di settembre, ottobre, novembre e dicembre.

Tale portata combinata assume un andamento ben regolare, come risulta dallo specchietto seguente:

Data 1903			Portata in metri cubi per secondo del *Nilo Bianco* a *Dueim*	del *Nilo Bianco* ad *Omdurman*	del *Nilo Azzurro* a *Khartoum*	riunito
Maggio	1-11	Maggio	430 (Min.)	420	60	480
»	11-21	»	440	380	0 (Min.)	380 (Min.)
»	21-31	»	490	310 (Min.)	190	500
»	31-10	Giugno	585	480	900	1380
Giugno	10-20	»	650	520	1030	1550
»	20-30	»	810	800 (Mass.)	1150	1950
»	30-10	Luglio	860 (Mass.)	690	1500	2190
Luglio	10-20	»	830	690	2170	2860
»	20-30	»	800	610	3100	3710
»	30-9	Agosto	768	260	6640	6900
Agosto	9-19	»	560 (Min.)	200 (Min.)	9340	9540
»	19-29	»	660	420	9530 (Mass.)	9950 (Mass.)
»	29-8	Sett.bre	580	460	8260	8720
Sett.bre	8-18	»	670	720	8760	9480
»	18-28	»	770	710	8620	9330
»	28-8	Ottobre	1350	1530	6460	7990
Ottobre	8-18	»	1580	1760 (Mass.)	4780	6540
»	18-28	»	1570	1590	4200	5790
»	28-7	Nov.bre	1563	1710	2630	4340
Nov.bre	7-17	»	1600	1720	2030	3750
»	17-27	»	1650 (Mass.)	1690	1400	3090
»	27-7	Dec.bre	1550	1700	1200	2900
Dec.bre	7-17	»	1430	1450	920	2370
»	17-27	»	1403	1390	750	2140

A valle di *Khartoum*, che è situato alla quota di circa 370 metri, il Nilo riunito si trova in una regione deserta, coltivata soltanto per striscie lungo le rive; con monti laterali poco alti, con rarissimi e soltanto momentanei afflussi d'acque pluviali discendenti nei *Khors* o *Wadies*, i quali non ingrossano l'altezza media d'acqua piovuta in un anno presso *Khartoum* che a 107 millim. e poi a Nord sempre meno; con venti secchi continuamente soffianti dal Nord e producenti considerevoli evaporazioni; mentre il

suolo asciutto aspira dal fiume una quantità d'acqua pur considerevole, che soltanto in certe circostanze ritorna al fiume, ma che però viene utilizzata mediante pozzi.

Il Nilo in tale regione può venire suddiviso nei tronchi

da	*Khartoum*	a	*Shendi*	lungo	186	chilometri
»	*Shendi*	»	foce di *Atbara*	»	139	»
»	*Atbara*	»	*Berber*	»	40	»
»	*Berber*	»	*Abu Hamed*	»	208	»
»	*Abu Hamed*	»	*Merowe*	»	240	»
»	*Merowe*	»	*Dongola*	»	272	»
»	*Dongola*	»	*Wadi Halfa*	»	445	»
»	*Wadi Halfa*	»	*Aswan*	»	345	»
			complessivamente	lungo	1875	chilometri

descrivendo un immenso flesso prima colla convessità verso oriente e poscia verso occidente, e con un tratto intermedio (da *Abu Hamed*) pressochè rettilineo diretto da Nord Est a Sud Ovest: oggidì una ferrovia segue il corso del Nilo da *Khartoum* a *Abu Hamed*, ma poscia s'avvia diritta a *Wadi Halfa*, ove comincia la navigazione per *Aswan*.

A valle di *Khartoum* il corso del Nilo riunito, entro un letto di arenaria, è a sezione larga, poco profonda, con numerosi banchi sabbiosi. A circa 80 chilometri da *Khartoum* il fiume passa attraverso la stretta gola di *Shabluka*, ed è una questione assai interessante quella di determinare come esso si sia aperto la via attraverso una massa di roccie cristalline e vulcaniche elevata circa 120 metri sul piano generale della regione, che è aperto ed inclinato lievemente verso il fiume. Subito dopo il fiume ridiviene largo e lento, con numerosi banchi ed isolotti. A *Shendi* la direzione del corso del Nilo tende a *Nord* ed in un tratto meridiano riceve il confluente *Atbara* l'ultimo suo tributario, le cui alluvioni coprono tutte le roccie cristalline sottostanti, le quali ricompariscono soltanto a Nord di *Berber*.

Il *Takazze-Settit-Atbara*, con un corso principale lungo 1266 Km. alimentato da un ventaglio di numerosi ed importanti tributari (*Tserare*, *Ghiva*, *Mevi*, *Gandwaha*, *Gandoa*, *Goang*, *Bahr-el Salam* ecc. ecc.) discende dalla quota di circa 3000 metri dapprima precipitosamente ed incassato fortemente, poscia con regime fluviale dall'altipiano settentrionale-orientale abissino: ha un bacino pluviale di circa 220700 Km. quadrati di carattere intermedio fra l'abissino e il sudanese alto. Come la maggior parte dei corsi d'acqua abissini, il *Takazze* è alimentato soltanto dalle pioggie torrenziali estive dell'Abissinia che cominciano in Maggio, ma che in basso si fanno vive in esso soltanto in Giugno, dapprima scaturendo dal letto.

Il *Takazze-Atbara* è in piena in Luglio ed Agosto, (massima verso la terza settimana) ma dopo Ottobre decresce rapidamente, riducendosi a rigagnoli e stagni isolati da Novembre a Maggio. Da un'accurata serie di misure di portata prese nel 1903

ad *Abu Dar*, a 32 Km. a monte della foce nel Nilo, risultano le seguenti cifre:

	Date		Portate	
1903	— 16 Luglio	. . . . .	381 m. c.	
»	— 27 »	. . . . .	780 » »	
»	— 5 Agosto	. . . . .	1448 » »	
»	— 15 »	. . . . .	2931 » »	
»	— 30 »	. . . . .	3088 » »	(massima)
»	— 12 Settembre	. . .	2091 » »	
»	— 25 »	. . .	1267 » »	
»	— 2 Ottobre	. . . .	925 » »	
»	— 5 »	. . . .	703 » »	

Nel periodo dal 16 Luglio al 5 Ottobre il volume d'acqua convogliato dall'*Atbara* è stato circa 0,233 di quello convogliato dal *Nilo Azzurro:* la velocità media della trasmissione della piena è stata circa di 144 Km. per giorno e perciò ha impiegato cinque, o poco più giorni a passare dal centro del bacino pluviale superiore al Nilo.

Di conseguenza il volume ed il regime della piena dell'*Atbara* hanno considerevole influenza sul volume ed il regime del *Nilo Azzurro*, e quindi complessivamente sulla piena del Nilo al suo entrare nell'Egitto. In generale si può dire che la piena dell'*Atbara* decresce prima di quella del *Nilo Azzurro*, che discende dalle regioni meridionali e più piovose dell'altipiano abissino.

Soltanto negli anni più piovosi è attendibile che il fiume *Mareb* o *Khor el Gash*, discendente più all'oriente dall'altipiano abissino, apporti un po' di volume d'acqua alla piena dell'*Atbara:* l'idrografia del *Mareb* presenta qualche circostanza di vero interesse generale, a somiglianza di alcuni corsi d'acqua negli altipiani dell'America Settentrionale.

L'*Atbara* porta una proporzione di materie in sospensione considerevolmente maggiore che il *Nilo Azzurro*: ma tanto l'uno che l'altro ne apporteranno sempre più, se continueranno a venire considerevolmente abbattute le foreste abissine, e quindi se sarà accelerata la discesa e la potenza erodente delle piene.

Ai forti sedimenti trasportati in basso è dovuto, in parte, il fatto degli argini alti da 6 ad 8 metri sul livello delle piene che fiancheggiano il *Nilo Azzurro* e l'*Atbara*; diciamo in parte, perchè il fatto è dovuto principalmente al secolare abbassamento della superficie delle acque del Nilo conseguente all'erosione del letto, massimamente sulle rapide o *cateratte*.

Circa 45 Km. a valle di *Berber* comincia la cosìddetta quinta cateratta dovuta alle roccie cristalline emergenti, e ad altri 40 chilometri più in giù si trova un'altra breve rapida. Nei pressi di *Abu-Hamed*, distante 208 chilometri da *Berber*, il fiume si divide in due rami che contornano l'ampia e lunga isola di *Mograt*, e subito dopo si volge bruscamente verso Sud-Ovest.

L' immensa curva verso Ovest, che descrive dippoi il fiume prima di arrivare a *Wadi Halfa*, ha tentato molti progettisti idraulici, fra i quali l' Italiano chiarissimo dott. Abate Pascià, ma pare che le difficoltà tecniche da vincersi non corrispondano ai benefici sperabili.

Circa 100 chilometri da *Abu-Hamed* il fiume si suddivide per un lungo tratto in due o più rami, che contornano isolotti rocciosi e con rapide: in altri 120 Km., fino a circa 18 Km. a monte di *Merowe*, il Nilo ha una pendenza considerevole e forma la cosiddetta quarta cateratta.

Da *Merowe* a *Dongola*, per una distanza di 270 Km., il Nilo percorre una curva immensa, senza ostacoli e colle rive coltivate.

A 66 Km. a Nord di *Dongola*, si trova la cateratta di *Hannek* sopra un letto di roccie granitiche assai resistenti, prima d' allora nascoste sotto il deposito generale di arenaria: seguono le rapide di *Kaibar* che insieme colle precedenti formano la terza cateratta, tanto bene studiata da Gottberg (*Les Cataractes du Nil*, Paris, 1867). Dopo *Kaibar* il fiume defluisce senza ostacoli fino alle rapide, poco considerevoli di *Amara:* dopo 38 chilometri di altre acque tranquille, si trovano le rapide di *Dal* ed altre parecchie.

A 12 Km. al Sud di *Sarras* è assai rimarchevole la gola di *Semna* scavata entro una barriera di *gneiss* rosso e grigio: in questa sezione, larga circa 450 metri, il Nilo defluisce fra due colline denominate *Semna* e *Kumna*, sulle quali si trovano vestigia di antichi tempî e fortificazioni del tempo della XII Dinastia Egiziana con iscrizioni (scoperte da Lepsius) dei regni di *Amenemhat* III ecc., dal 1800 al 1750 prima dell' Era Cristiana, le quali dimostrano che il livello delle piene d' allora era da 7 ad 8 metri sopra quelli delle attuali: perciò è fuori di dubbio che il Nilo ha corrosa fortemente la barriera in questione.

Dippoi a breve distanza da *Wadi-Halfa*, barriere di granito e di diorite ed isolotti fanno ostacolo al corso del fiume, ma presso *Wadi Halfa* la cosiddetta seconda cateratta presenta caratteri differenti, essendo formata da circa 200 isolotti, abbastanza importanti, fra un labirinto di canali poco profondi risultanti dall' erosione di roccie specialmente *ornoblendiche*, *doleritiche* ecc. ecc. spinte fuori dal nucleo terrestre.

Da *Wadi Halfa* alla prima cateratta di *Aswan* il fiume è navigabile e senza barriere rocciose: in questo tronco (come anche nei pressi di *Hannek*) si trovano avanzi seppelliti di grandi pennelli costruiti dagli antichi egiziani, ad angolo retto colle rive, a fine di permettere i depositi delle acque da potersi coltivare durante le magre: il letto è scavato nell' arenaria fino ai villaggi di *Abu Hor* e *Kalabsha*, ove emergono vene granitiche e dioritiche.

Prima della borgate di *Aswan*, si trova la prima cateratta, anch' essa differente dalle precedenti, perchè gli isolotti numerosi che riempiono il letto per una lunghezza considerevole sono dovuti a canali percorrenti linee di debolezza prodotte da fratture piuttostochè a filoni emergenti di roccie di minore resistenza. Quivi nei tempi preistorici hanno avuto luogo considerevoli movimenti e compressioni che hanno prodotto

roccie relativamente tenere, come è risultato dimostrato durante gli scavi per le fondazioni occidentali della recentissima grandiosa diga (Veggasi la Memoria del dottor J. Ball « *The Geology of the Aswan Cataract* » la quale dimostra l' insussistenza dell' opinione che vi sieno linee continue di granito solido).

Riassumendo, il lunghissimo corso del Nilo da *Khartoum* a *Aswan*, entro una regione aridissima e con un solo confluente l' *Atbara*, consta di numerosi lunghi letti di arenarie e di alluvioni, a piccole pendenze, intercalati da altrettante brevi gradinate di roccie cristalline, a forti pendenze, assai resistenti alle erosioni, le quali però hanno già subito forti degradazioni, in maniera da lasciare in alto (tre e più metri) il primitivo suolo alluvionale.

Il Nilo da *Khartoum* ad *Aswan* ha una caduta complessiva di circa 275 metri sopra una lunghezza di 1875 Km. quindi di 1 : 6800; ma per esempio, il tronco da *Merowe* ad *Hannek* ha la caduta di 1: 11200, e quello da *Wadi Halfa* all' isola di *Philae* la ha di 1 : 11900; mentre la caduta da *Khartoum* al Mediterraneo è di 1 : 8200, e quella da *Aswan* al Cairo è attualmente di 1: 13000.

Perciò è evidente che il letto del Nilo non ha ancora raggiunto il suo naturale grado di stabilità con pendenze decrescenti regolarmente, senza salti, da *Khartoum* al *Mediterraneo.*

Lo studio rigoroso e coordinato dell' idrometria del Nilo e dei suoi affluenti (fra i quali avvertimmo già che l' *Atbara* è l' ultimo) è tuttora sui primordî, perchè è pieno di difficoltà di tutti i generi, fra le quali non ultima è quella dell' ammaestramento del personale per le osservazioni. Perciò è cosa prematura riportare in questa Relazione sommaria la grande massa di dati idrometrici, spesso discordanti, che si posseggono finora.

Però non è superfluo riportare alcune cifre risultanti dalle letture dell' idrometro dl *Wadi Halfa* stabilito nel 1890 collo zero a 116,7 metri sopra il livello medio del Mediterraneo ad Alessandria.

Considerate le medie letture giornaliere per periodi di cinque giorni, durante i 15 anni dal 1890 al 1904, e prese le medie di tali medie, si trovano i seguenti dati:

Nel mese di	Gennaio	media lettura	giornaliera	da metri	3,25	a	2,81
»	Febbraio	»	»	»	2,71	»	2,28
»	Marzo	»	»	»	2,21	»	1,83
»	Aprile	»	»	»	1,77	»	1,49
»	Maggio	»	»	»	1,45	»	1,40
»	Giugno	»	»	»	1,42	»	2,11
»	Luglio	»	»	»	2,31	»	4,86
»	Agosto	»	»	»	5,73	»	7,90
»	Settembre	»	»	»	7,94	»	7,44
»	Ottobre	»	»	»	7,17	»	5,54
»	Novembre	»	»	»	5,19	»	4,08
»	Decembre	»	»	»	3,92	»	3,35

Massima	lettura	giornaliera	nell' anno	1890	. . . 8,96		
Media	»	»	»	»	. . . .	3,65	
Minima	»	»	»	»	. . . 0,62		Min.
Massima	»	»	»	1891	. . . 8,06		
Media	»	»	»	»	. . . .	3,84	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,13		
Massima	»	»	»	1892	. . . 9,04		Mass.
Media	»	»	»	»	. . . .	3,93	
Minima	»	»	»	»	. . . 0,83		
Massima	»	»	»	1893	. . . 7,90		
Media	»	»	»	»	. . . .	4,22	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,52		
Massima	»	»	»	1894	. . . 8,96		
Media	»	»	»	»	. . . .	4,31	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,52		
Massima	»	»	»	1895	. . . 8,88		
Media	»	»	»	»	. . . .	4,54	Mass.
Minima	»	»	»	»	. . . 2,28		Mass.
Massima	»	»	»	1896	. . . 8,76		
Media	»	»	»	»	. . . .	4,37	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,82		
Massima	»	»	»	1897	. . . 8,00		
Media	»	»	»	»	. . . .	3,98	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,86		
Massima	»	»	»	1898	. . . 8,72		
Media	»	»	»	»	. . . .	3,81	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,09		
Massima	»	»	»	1899	. . . 6,92		Min.
Media	»	»	»	»	. . . .	3,37	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,46		
Massima	»	»	»	1900	. . . 8,06		
Media	»	»	»	»	. . . .	3,15	
Minima	»	»	»	»	. . . 0,89		
Massima	»	»	»	1901	. . . 8,08		
Media	»	»	»	»	. . . .	3,33	
Minima	»	»	»	»	. . . 1,04		

Massima	lettura	giornaliera	nell' anno	1902 . . . 7,15	
Media	»	»	»	»	3,07 Min.
Minima	»	»	»	» . . . 1,13	
Massima	»	»	»	1903 . . . 8,20	
Media	»	»	»	»	3,49
Minima	»	»	»	» . . . 0,95	
Massima	»	»	»	1904 . . . 7,36	
Media	»	»	»	»	3,44
Minima	»	»	»	» . . . 1,35	

Media	delle	massime	letture	giornaliere	8,20
»	»	medie	»	»	3,77
»	»	minime	»	»	1,30

Approssimativamente è attendibile che alla media delle massime letture giornaliere corrisponda una portata di 9400 metri cubi.

Differenza fra la media delle minime letture giornaliere e la media delle massime:

6,90 metri

Lettura	dell' altezza	della	minima	magra	metri	0,62	diff. 1,66
»	»	»	massima	»	»	2,28	
Lettura	dell' altezza	della	minima	piena	metri	6,92	diff. 2,12
»	»	»	massima	»	»	9,04	

Ad *Aswan* nell' intervallo di tempo dall' anno 1870 al 1902; la data delle più basse acque è stata il 1° Giugno con una media differenza in meno od in più di 10 giorni; la data delle più alte acque è stata il 4 Settembre, con una media differenza in meno od in più di 8 giorni.

Da dati e computi di Sir W. Willcoks è stato dedotto che il volume d' acqua convogliato ad *Aswan* dal Nilo nel periodo di 123 giorni dal 1° Luglio al 31 Ottobre durante i 35 anni dal 1869 al 1903 è stato in media di 65188.2 milioni di metri cubi; inoltre che il rapporto della massima assoluta piena (nel 1874) alla media è stato 1,26 e quello della minima assoluta (nel 1899 e nel 1902) 0,63; quindi il rapporto della minima assoluta piena alla massima assoluta è stato 0,5.

Nel 1904 il consimile volume d' acqua, computato nell' istesso modo, è stato 0,75 della piena media, e quello del 1905 soltanto 0,65.

Ammettendo pure il minimo assoluto volume di 41443 milioni di metri cubi in 123 giorni e quindi di circa 337 milioni al giorno, si comprende chiaramente quale tesoro possa essere per le irrigazioni egiziane durante la stagione estiva.

Sebbene le differenze accennate siano piccole e la regolarità generale sia grande, a paragone di quelle che si rivelano nel regime idraulico della massima parte degli

altri grandi fiumi del mondo, pure le differenze sono abbastanza considerevoli, e nei tempi passati davano adito a tante preoccupazioni, timori e speranze, per una piena troppo scarsa o troppo rigonfia.

Assai numerosi sono gli studî fatti finora per riuscire a scoprire le leggi delle variazioni accennate e quindi potere ovviare in tempo alle conseguenze disastrose delle medesime, ma su tale argomento diremo qualche parola in seguito, dovendo ora continuare a trattare sulle generalità del regime idraulico del Nilo.

Il corso del Nilo da *Aswan* al mare può venire suddiviso nei seguenti tronchi :

Da	*Aswan*	a	*Luxor*	lungo	219	chilometri
»	*Luxor*	»	*Qena*	»	64	»
»	*Qena*	»	*Girga*	»	124	»
»	*Girga*	»	*Assiut*	»	141	»
»	*Assiut*	»	*Cairo*	»	397	»
»	*Cairo*	»	*Delta Barrage* .	»	23	»
»	*Delta Barrage*	»	*Rosetta* Foce .	»	236	»

Lasciando le rapide, o prima cateratta di *Aswan*, il Nilo scorre esattamente a Nord con tendenza ad Est (dovuta al moto di rotazione della terra, inoltre alla costanza e potenza dei venti soffianti dall' Ovest) in una vallata larga appena più di un chilometro, limitata da rupi di arenarie elevate circa da 20 a 30 metri. In questa zona l' area del bacino occidentale del Nilo può venire considerata da 5 a 10 Km. al di là della striscia strettissima delle rare coltivazioni, ed è assolutamente insignificante come bacino pluviale, perchè i rovesci invernali d' acqua sono rarissimi e si perdono subito entro il suolo.

Invece ad oriente l' area del bacino è più larga ed un poco più coltivata ; riceve rovesci invernali meno rari, che per poche ore precipitano giù lungo parecchi *wadies* aride, ma ripiene di aria (la quale impedisce un pronto assorbimento), talvolta trascinando seco gli animali che pascolano : tali rovesci d' acqua sono designati *seils* e non hanno quasi alcuna importanza come alimentatori del Nilo, ma ne hanno invece come convogliatori delle materie sciolte che incontrano per via e presto depositano sui campi coltivati, riuscendo soltanto a colorare in giallo le acque del Nilo : le acque di tali *seils* che riescono a penetrare entro il suolo vanno a raggiungere i sottostanti strati sabbiosi e ghiaiosi più permeabili e talvolta riescono a sboccare sotto il letto stesso del fiume : uno dei più importanti di tali *wadies* è il *Wadi Khareit*, che ha un corso orientale di circa 200 Km. con parecchi confluenti, e che finisce nel Nilo presso *Kom Ombo*.

A *Gebel Silsila*, il Nilo scorre incassato e largo soltanto 350 metri, entro una stretta della vallata : a *Edfu* (ove la sponda occidentale comincia ad essere alquanto larga e ben coltivata fino a *Luxor*, nei cui pressi comincia la maggiore coltivazione di ambedue le sponde) il fiume volge a Nord Ovest e scorre entro un piano alluvionale, largo circa 6 Km. e limitato da alture di arenaria : in tale depressione continua,

serpeggiando alquanto, finchè nei pressi di *Qena* si volge bruscamente verso Sud Ovest: presso *Farshut* (poco a Sud del qual paese la ferrovia passa dalla sponda orientale all' occidentale) il piano alluvionale si allarga sempre più, fino a raggiungere a *Beni Suef* la larghezza di 21 Km.

In questa zona l' altipiano calcare (sovrapposto alle arenarie) fa ad occidente una insenatura, nella quale si trova la famosa depressione alluvionale del *Fayum*, a circa 85 Km. a Sud di Cairo: questa depressione nell' epoca pliocenica era occupata dal mare che si estendeva molto insù nella vallata del Nilo: dippoi quando i corsi di acqua dell' Africa orientale scorrevano verso la vallata del Nilo ad un livello considerevolmente più alto dell' attuale, la depressione del *Fayum* diventò un lago comunicante col fiume: più tardi, avendo il Nilo corroso il suo letto, la depressione probabilmente restò tagliata fuori dalla vallata, fintantochè nei susseguenti tempi storici il letto del Nilo si alzò in causa dei suoi depositi, in maniera da rendere possibile la diversione di parte delle sue acque nel *Fayum*. In seguito i depositi portati in questa depressione ne resero possibile la parziale colmatura e bonifica, e non è rimasta che la più profonda depressione a Nord Ovest, nella quale attualmente si trova il lago salmastro poco profondo di *Qurun* dell' area di circa 233 Km. quadrati, la quale va ogni giorno più riducendosi, in causa dell' evaporazione di circa 10 mill. d' altezza d' acqua al giorno.

I grandiosi movimenti della crosta terrestre nelle epoche preistoriche sono seguiti nelle epoche storiche dai terremoti che si fanno sentire ancora frequentemente nelle regioni equatoriali, nel *Sudan* e nell' Egitto.

Un' idea più precisa delle dimensioni del piano alluvionale del Nilo è data dal seguente specchietto:

Siti	Distanze da *Aswan*	Larghezze del fiume in metri	Larghezze del piano alluvionale in chilometri	Distanze fra le alture (da 100 a 300 m.) in chilometri
Aswan. . . .	0	800	. . .	2, 8
Edfu	110	800	6, 4	8, 0
Luxor. . . .	219	1250	1, 9	12, 5
Quft.	264	750	11, 5	15, 0
Farshut . . .	355	1200	10, 5	13, 0
Sohag	448	450	15, 0	18, 0
Assiut	549	900	10, 0	12, 0
Mellawi . . .	650	850	16, 0	22, 0
Minia	700	1000	11, 5	17, 0
Feshn	792	1000	13, 0	17, 0
Beni Suef. .	826	1500	21, 0	24, 0
El Ayat. . .	895	800	7, 5	9, 5
Cairo	945	600	15, 0	17, 0

Nell' ipotesi che il livello di piena del Nilo dia approssimativamente la pendenza generale del piano depositato, troviamo i seguenti risultati:

Tronchi		Distanze in chilometri	Pendenze in uno diviso per
Da *Aswan*	à *Silsila*	70	11 500
» *Silsila*	» *Qasr el Saad* .	250	14 800
» *Qasr el Saad* .	» *Khazindaria* . .	150	12 300
» *Khazindaria* . .	» *Assiut*	60	11 800
» *Assiut*	» *Beni Mazar* . .	180	11 000
» *Beni Mazar* . .	» *Ashment*	90	11 000
» *Ashment*	» Cairo.	100	11 600

Finora abbiamo visto che il *Nilo Bianco* convoglia fino a *Khartoum* soltanto acque chiare ed in volumi poco variabili: invece il *Nilo Azzurro* e l'*Atbara* convogliano durante le regolari piene estive acque torbide che passano nel Nilo riunito, senza formare piani alluvionali. Il Nilo riunito tende a corrodere il letto, piuttostocchè a fare depositi, ed ora si trova a livelli inferiori agli antichi. Tali corrosioni sono dimostrate evidentemente a *Wadi Halfa*, ove oggidì si trovano a circa 30 metri di altezza degli avanzi di conchiglie proprie del Nilo attuale, quasi altrettanto a *Derr* poco a monte di *Korosko*, e poi più ingiù a *Silsila*, a *Karnak* e perfino al Cairo, ove tali avanzi di conchiglie si trovano da 6 ad 8 metri sopra all' attuale livello delle piene.

Da circa un secolo sono state fatte molte analisi e ricerche sulle materie sedimentarie in sospensione trasportate giù dalle bionde piene del Nilo, ma le cifre risultanti sono tanto speciali (rispetto al tempo ed al sito della presa dei saggi), incerte e criticabili sotto parecchi riguardi, che non è dato di dedurne alcuna generalità; pare soltanto che il massimo di materie eterogenee trasportate dal Nilo oltre *Berber* sia all' incirca 2100 milionesime parti, e che soltanto 1600 parti oltrepassino il *Cairo* durante le piene medie, lasciando quindi nello spazio interposto una quantità considerevole di sedimenti sul fondo e sulle sponde. Di tali materie eterogenee le più pesanti si depositano presto sul fondo all' entrata nell' Egitto, mentre le più leggere se depositano lungo le sponde, sugli argini e nei bacini innondati od irrigati. Per tal modo tutto il piano alluvionale del Nilo è andato alzandosi mediamente di circa dieci centimetri per secolo (tenuto conto anche delle erosioni invernali), con un declivio generale (in totale di 5 e più metri in 50 secoli storici) dalle sponde alle sabbie invadenti dei deserti contigui.

In tempi remotissimi le piene hanno squarciato gli argini e si sono incanalate nelle bassure, dando luogo alla formazione di nuovi corsi meandrici, come quello del *Sohagia* che si diparte da *Sohag*, e quello del *Bahr Yusef* che si diparte poco a monte di *Mellawi* e che oggidì va fino nel *Fayum*.

Gli attuali depositi alluvionali del letto del Nilo da 10 a 18 metri stanno sopra le grosse quarzose sabbie gialle, i ciottoli e le masse lenticolari di argille delle preistoriche formazioni marine commiste colle fluviali.

Entro tali depositi il corso del Nilo è meandrico, ma non lo è così marcatamente come nel *Bahr-el-Jebel* e nel *Nilo Azzurro* e suoi confluenti a monte di *Wad Medani*, ove le estremità delle curve meandriche sono separate soltanto da striscie di terreno che riescono tagliate durante le piene precipitose, dando luogo a stagni arcuati, che gli americani designano « *archi di bove* ». Sino dai tempi degli egiziani, le arginature, le scogliere, i pennelli, e consimili difese delle sponde del Nilo, ne hanno imbrigliato il corso meandrico, rendendolo meno variabile col tempo, a fine di regolare le irrigazioni e di ovviare alle conseguenze disastrose delle piene esorbitanti.

Della quantità di limo depositata in Egitto da *Aswan* al Cairo dalle piene del Nilo, possiamo fare una valutazione approssimativa.

Valutando il volume d' acqua di una media piena, dal primo luglio al 31 ottobre, a 65 miliardi di metri cubi; quindi a 65 mila miliardi di Kilogrammi; inoltre valutando (meno approssimativamente) a 500 milionesime parti il peso dei sedimenti che non oltrepassano Cairo; troviamo essere il peso di tali sedimenti 32 e mezzo miliardi di Kg., in 123 giorni, ossia a circa 264 milioni di Kg. al giorno, quantità spaventevole, di cui una grande parte in passato si depositava entro i bacini di innondazione, entro i quali stagnavano le acque per 40 giornate: invece al presente ed ancora più in avvenire, soltanto una minima parte si deposita sui terreni irrigati, e quindi è un affare grave quello di spurgare i canali d' irrigazione. Incidentalmente notiamo che tale affare è ancora più grave per il Basso Egitto, attraverso il quale passano sedimenti in proporzione più che tripla.

Altra condizione grave per l' avvenire, sarà quella dell' alzamento del letto del Nilo maggiore che per lo passato, che naturalmente era già maggiore dell' alzamento del piano alluvionale: quindi le piene risulteranno più pericolose, e converrà provvedere per trattenerle più che sia possibile fuori dell' Egitto; inoltre converrà darsi maggior pensiero delle arginature del fiume, affinchè non si rinnovino i disastri e le scene stupide che le cronache ci hanno tramandato: ma oggidì siamo ben lungi dalle idee pazzesche di quei governanti che ingiungevano ai loro ingegneri di chiudere una rotta in una notte, sotto pena di venire gettati nei gorghi delle acque.

Però continuano ancora gli strapazzi delle arginature che i *fellaheen* (contadini) non curanti fanno specialmente per applicarvi le primitive loro macchine elevatorie, le *sagias:* gli arabi dei nostri tempi non hanno ereditato dagli antichi egiziani la scienza ed il culto dell' acqua e dei canali: soltanto adorano la melma del Nilo, nella quale guazzano e colla quale fanno e decorano fanciullescamente le loro tane e piccionaie, inoltre fanno recipienti ed arnesi, ai quali danno collegamento, mescolando al fango lo sterco delle loro bestie: quanto sono lungi dalla civiltà, e come sono improvvidi nella fattura e manutenzione delle loro primitive macchine elevatorie!

Il potere fertilizzante delle piene del Nilo è proverbiale, essendovi contenuti anidride fosforica, potassa, azoto, bacterie, ecc. ecc., ma pare che non sia sufficiente per le colture intensive, e che quindi quel potere è da magnificarsi soltanto in rapporto alle meschine tradizionali esigenze dei contadini arabi, i quali da pochi centrimetri di

profondità delle alluvioni, senza concimazioni e soltanto con lavori esigui vedevano germogliare e crescere rigogliose le spiche dei cereali: il potere fertilizzante del Nilo è appena sufficiente per una cultura di cotone poco intensiva, e non è sufficiente per quella della canna da zucchero.

Pare ancora che nessuna delle materie in soluzione nelle acque del Nilo si trovi in quantità sufficiente da influenzare sensibilmente lo sviluppo delle vegetazioni; ciò contrariamente alla presupposizione che le materie in soluzione si trovino in proporzioni maggiori che in parecchi altri fiumi assai considerevoli, in causa dell' enorme influenza dell' evaporazione: forse ciò dipende dal fatto che nelle regioni piovose di clima temperato, la disintegrazione delle roccie è dovuta principalmente alle azioni chimiche, mentre nelle aride regioni tropicali, la disintegrazione è dovuta quasi esclusivamente ad azioni meccaniche: d' altronde, per quando riguarda il Nilo, la rarità e la povertà delle pioggie dà luogo a minori e più brevi lavacri della superficie del suolo e quindi a poco considerevoli trasporti di materie solubili, le quali alla fine dei conti sono in maggiori proporzioni nei paesi più civilizzati. Al Cairo, nei laboratori ufficiali, continuano oggidì le ricerche metodiche e scientifiche sulle questioni finora accennate le quali interessano altamente l' agricoltura e l' igiene egiziana, dimodochè dobbiamo attendere prima di affermare generalità più precise di quelle accennate precedentemente.

Altrettanto conviene dire rispetto alle molte e complicate questioni inerenti all' evaporazione della superficie terrestre nelle regioni equatoriali e tropicali del Sudan e dell' Egitto, evaporazione che dipende da un numero grande di condizioni delle superfici d' acqua (dolce e salmastra), del suolo, (coltivato o no, permeabile o no) della pressione, della temperatura e dell' umidità dell' atmosfera, così pure dell' importanza dei venti, ecc. ecc.

Nelle regioni dall' *Atbara* al Cairo, gli afflussi pluviali del Nilo sono di nessuna importanza per il suo regime idraulico e piuttosto v' influiscono in qualche modo gli afflussi sotterranei che hanno luogo durante le magre; in grande parte poi influiscono le evaporazioni e le sottrazioni in favore dell' agricoltura. Ma nei nostri tempi il regime idrografico ed idraulico del Nilo sta subendo modificazioni radicali dovute agli sbarramenti presso il *Delta*, presso *Zifta*, *Assiut*, *Aswan*, *Esna*: tali modificazioni sono dovute all' ardimento degli ingegneri anglo-egiziani ed i risultati stanno dimostrando che sono propizie allo sviluppo della ricchezza dell' Egitto. Lo sbarramento al vertice del *Delta* fa sentire la sua influenza al *Cairo*, ove si trova il famoso Nilometro di *Roda*.

Il vertice del *Delta* si trova alla distanza di 25 Km. al Nord di *Roda* e da esso oggidì si dipartono due soli rami regolati del Nilo, quello occidentale di *Rosetta* (*Bolbitic* dei Greci) molto ad Est di *Alessandria*, e quello orientale di *Danietta* (*Phatnitic* dei Greci) molto ad Ovest di *Port Said*.

Già da tempo non si distinguono più gli altri cinque rami del Nilo denominati *Canopic*, *Sebennytic*, *Mendesian*, *Tanitic* e *Pelusiac*: questi due ultimi dipartentisi 7 chilometri a Nord di Cairo.

In tempi remotissimi, prima che si stabilissero nella regione deltaica, colonie greche

e romane, la configurazione ed il regime idraulico della regione erano quelli che formarono il tipo dei *Delta*, Δ, colla base sul Mediterraneo, e col vertice verso al Cairo; un tipo che è caratterizzato da un ventaglio di uno o più canali divergenti e diramantisi all' infinito, con tanti banchi laterali sopra una superficie conoidale inframmezzata da paludi, laghi e lagune (specialmente presso il mare, nel quale vanno a finire le acque divenute lente e chiare); ma la rete dei canali variava all' infinito quasi ad ogni piena. Appena però alcuni banchi poterono elevarsi considerevolmente e consolidarsi tanto da resistere alle piene, gl' indigeni settentrionali ed orientali ed i coloni greci cominciarono a fissarvi sopra le loro dimore ed a proteggerle contro le acque, delle quali si valevano pei loro usi domestici e per le comunicazioni fra di loro, intraprendendo per tal modo un primo regolamento idraulico della regione. Ma ciononstante le acque continuarono anche per secoli le loro scorrerie e la loro opera disordinatrice; pure le popolazioni ed i governanti si diedero a scorrerie e ad opere pazzesche che si aggiunsero a quelle disordinate delle acque; nè va taciuto che evidentemente sono avvenuti alcuni movimenti generali della superficie terrestre tendenti a sollevare le parti orientali, a *Suez* ecc. ecc. ed abbassare quelle occidentali, ad Alessandria ecc. È tutta una storia di guerre, di rovine, di città magnifiche ecc. ecc. fra le più interessanti per gli archeologhi, che vanno continuamente decifrandone qualche lembo; ma gli ingegneri idraulici hanno da guardare poco più in là di un secolo, da quando cioè la civiltà ha indotto anche gli arabi a regolare quanto mai sia possibile il corso delle acque per trarne il profitto migliore. Riporteremo in altra occasione qualche cenno storico sui lavori ora accennati e sui susseguenti più recenti e più perfetti che hanno ridotta la regione naturale in questione ad una regione in grande parte artefatta, nella quale però taluni andamenti strani trovano tuttora la loro ragione nelle vicende antiche. Gli ingegneri dovevano provvedere a lasciare libera la via al mare alle acque del Nilo; ad impedire che le piene devastassero i campi e le case; ad agevolare la navigazione interna assai economica; a fornire regolatamente l' acqua necessaria alle coltivazioni ed agli usi domestici; a scolare dai campi le acque superflue, anzi a lavarli dai sedimenti salini dannosi alle coltivazioni; ecc. ecc.: quanti problemi importantissimi ed assai difficili!

Il Delta del Nilo ha una base lunga 250 Km. da *Mex* (ad Ovest di Alessandria), all' estremità orientale del Lago *Menzala* (pochissimo ad Est di *Port Said*): ha una distanza di circa di 175 Km. dal faro di *Borollos* al Cairo, che è poco più insù del vertice della superficie conoidale terminante in mare con una curva convessa, dalla quale sporgono considerevolmente le due punte di ***Rosetta*** e di ***Damietta***, le quali vanno continuamente prolungandosi in mare, in causa dei sedimenti trasportati dalle acque del Nilo, ed andrebbero vieppiù prolungandosi se non vi fosse il contrasto della forte corrente marina da Ovest ad Est: la lunghezza del ramo di Rosetta che oggidì è considerato come il principale, è di 236 Km.

Presso alla sponda del mare si trovano le bassure di:

Lago *Mariut*	dell' area approssimativa di		290	chilometri	quadrati
» *Edku*	»	»	» 270	»	»
» *Borollos*	»	»	» 690	»	»
» *Menzala*	»	»	» 1930	»	»

Compresi tali laghi, e quello piccolo di *Abukir*, ora prosciugato, il Delta del Nilo ha una superficie di circa 24 mila Km. quadrati. La regione che ci preoccupa ora è un pochino più piovosa delle regioni più meridionali, specialmente ad occidente di Alessandria : in questa città l' altezza d' acqua che piove in un anno è di circa 220 millimetri, mentre è soltanto di circa 84 a *Port Said*, di circa 47 ad *Ismailia* sul Canale di Suez, di circa 16 a *Suez*.

Probabilmente le modificazioni introdotte nel regime idraulico del Nilo e delle irrigazioni apporteranno qualche variante nel clima della regione, aumentando l' umidità nei primi mesi della stagione estiva (che in passato era quella delle grandi magre), ma finora non abbiamo dati per determinare l' entità delle modificazioni presupposte.

È interessante il seguente specchietto risguardante il Nilo di *Rosetta*:

Distanze del *Delta Barrage* in chilometri	Quote dei cigli delle arginature in metri	Quote massime di piena del 1892 in metri	Quote generali del suolo in metri	Quote del letto del fiume in metri	Pendenza della piena in 1 diviso per
0	19, 00	18, 03	16, 42	9, 0	12, 700
60	17, 06	15, 10	13, 00	6, 0	
80	15, 00	13, 20	12, 17	3, 2	12, 800
100	12, 74	10, 20	8, 61	Sotto il livello del mare	
120	10, 60	9, 30	7, 30		16, 700
140	8, 60	7, 75	6, 20		
160	7, 42	6, 40	4, 12		12, 200
200	4, 03	3, 10	1, 62		
220	2, 77	1, 50	0, 48		10, 000

La regione del *Delta* è assai meno evaporante di quelle più meridionali del Nilo, ed alcune osservazioni fatte darebbero l' altezza d' acqua evaporata in estate da una superficie libera d' acqua a circa 3 millimetri per giorno.

Le perdite d' acqua dovute alle sottrazioni utili per l' agricoltura ed alle evaporazioni inutili hanno un' importanza straordinariamente superiore a quella del bacino pluviale del Nilo dall'*Atbara* al mare, bacino che è valutato in via approssimativa a 605600 chilometri quadrati : sommando tale cifra a quelle delle aree dei bacini più meridionali, troviamo un' area complessiva di 2867600 chilometri quadrati ; ma come già rilevammo più volte, tale cifra complessiva ha poca importanza per il Nilo, in

confronto agli altri fiumi grandiosi, perchè parecchi dei singoli bacini pluviali appórtano soltanto poca acqua, od anzi non ne apportano.

Sommando le lunghezze del corso principale del Nilo dalla sorgente del *Kagera* al mare Mediterraneo troviamo la lunghezza complessiva di 6497 chilometri estendentisi dalla latitudine del 3° Sud al 32° Nord.

Parecchie delle meravigliose cifre finora riportate potranno venire perfezionate dal grande numero di studî metodici già da qualche anno organizzati mirabilmente dal Governo Anglo-Egiziano e da qualche Istituto scientifico al Cairo, a *Khartoum* ecc. ecc., ma già fin d'ora sono sufficienti per dare un'idea esatta dell'idrografia del Nilo attuale.

Già vedemmo che le condizioni delle piene del Nilo hanno fino dall' antichità preoccupato immensamente gli egiziani, perchè dalle medesime dipendeva la ricchezza o la fame delle popolazioni. La venuta della piena era l'avvenimento più importante durante tutto l'anno, e persino il reddito delle imposte era legato alle previsioni che si potevano fare per una piena abbondante od infelice; nè mancarono i governanti che falsassero le cifre dei *nilometri* per trarre in inganno i miseri governati.

Le piene del Nilo dipendono essenzialmente dalla stagione delle pioggie sull' altipiano abissino, stagione prodotta dal venti *monsoni* che durante circa quattro mesi, da giugno ad ottobre, soffiano sull' Oceano Indiano nella direzione dell' altipiano del-Abisssinia, sul quale precipitano complessivamente un' altezza d' acqua di circa un metro.

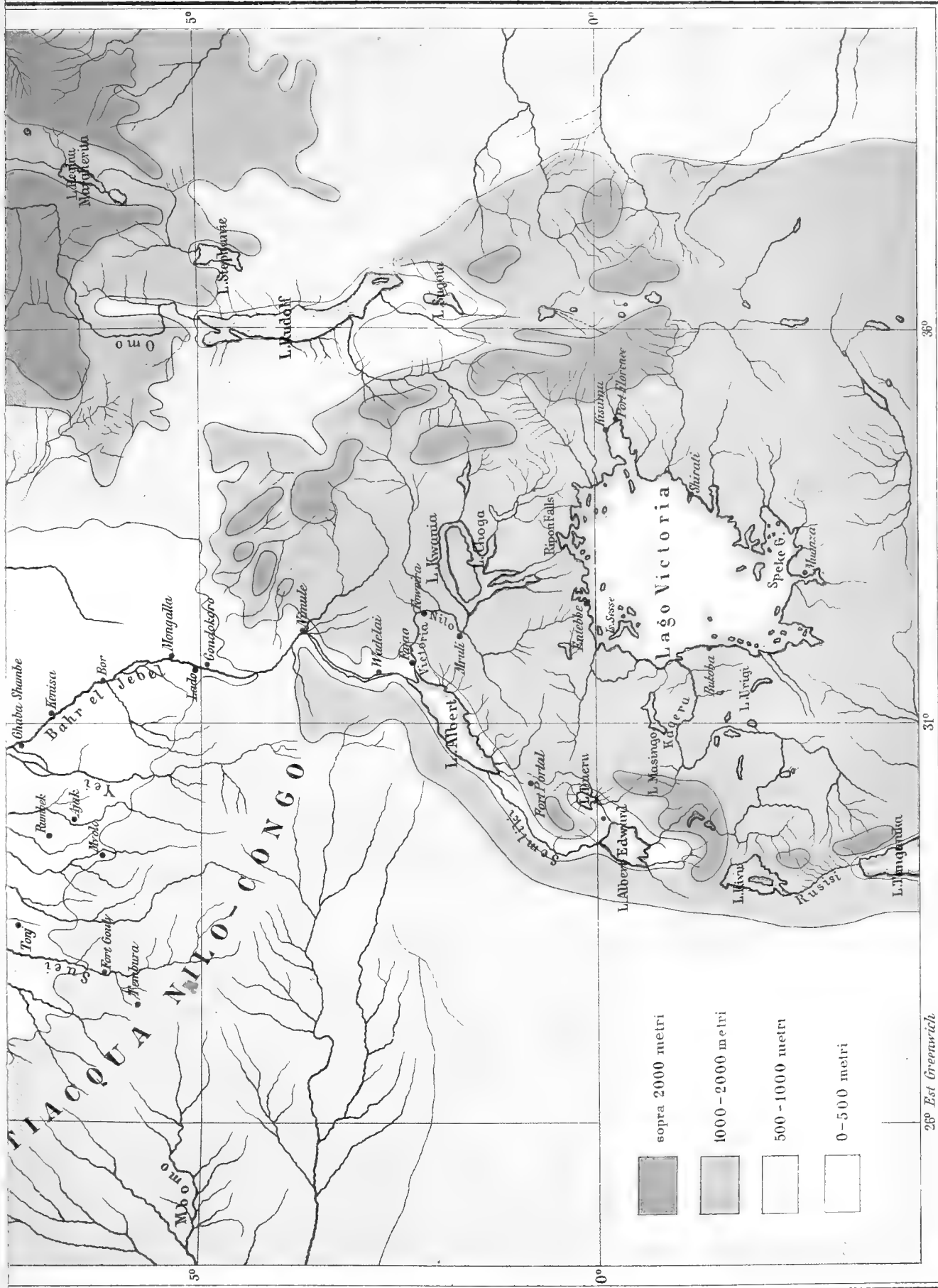
Dapprima tutto l'altipiano s'imbeve d'acqua, ma ben presto le acque discendono al basso ed imbevono enormi territorî, ed infine raggiungono il Nilo riunito a circa 1500 chilometri dal Mare Mediterraneo.

Dippoi il Nilo non riceve quasi più stilla d' acqua di pioggia.

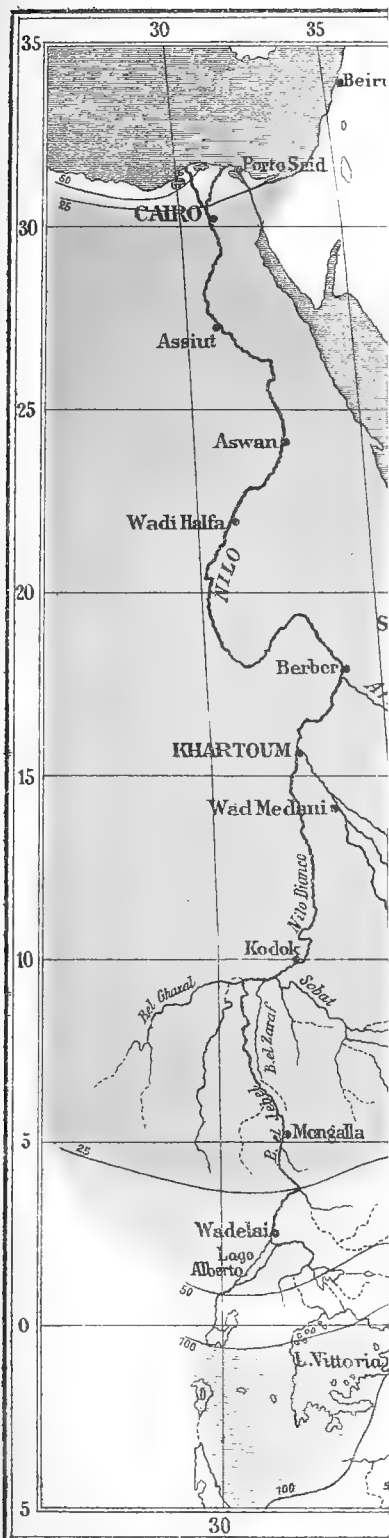
Invece quando la piena volge alla fine, il Nilo riceve le acque che dapprima erano penetrate profondamente nel suolo.

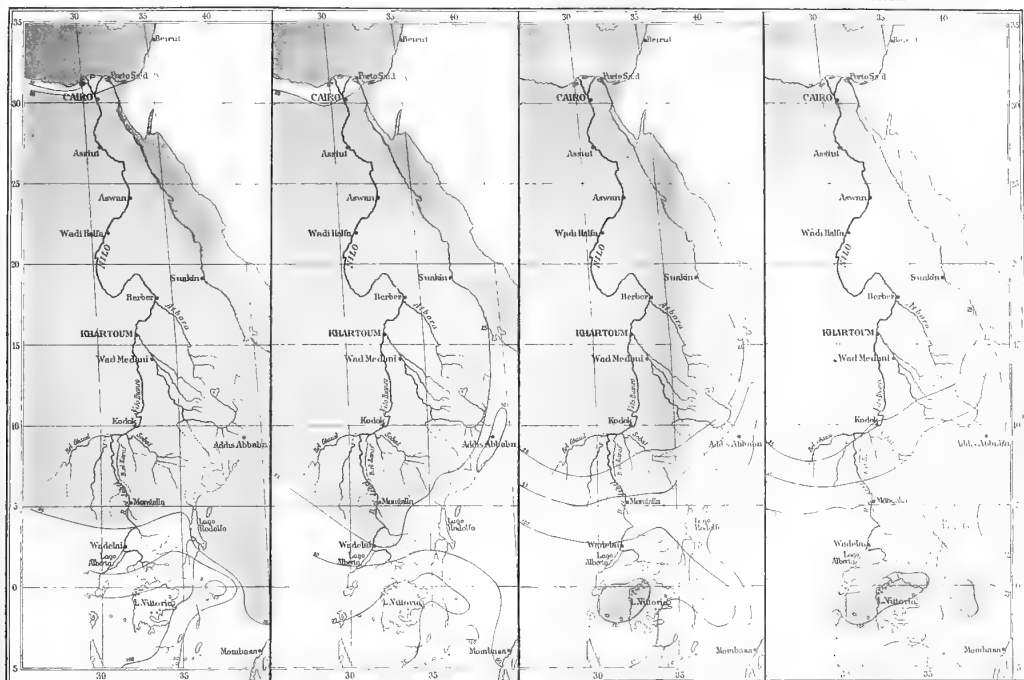
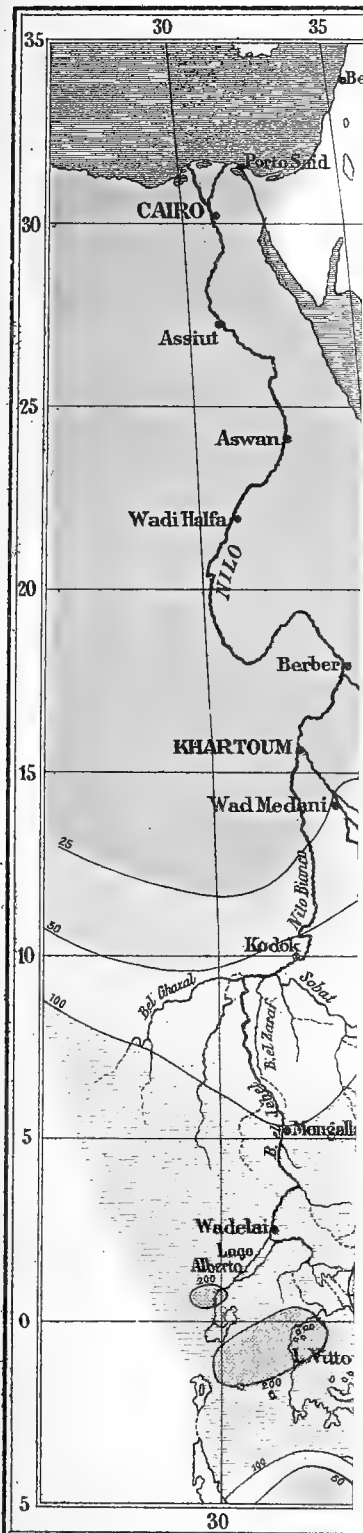
La regolarità delle pioggie, inoltre l'enormità delle distanze percorse da queste, apportano molta regolarità nelle piene del Nilo al suo entrare nell'Egitto propriamente detto, e già fino dai tempi di Erodoto era stata notata una sola differenza di livello di circa 2 metri fra i massimi livelli di una piena infelice o buona, alla fine di agosto oppure ai primi di settembre.

Oggi l'impianto di stazioni metereologiche funzionanti regolarmente nel centro africano e sulle coste indiane od africane, inoltre le comunicazioni telegrafiche permettono di fare delle previsioni sulle piene del Nilo entro l'Egitto alcune settimane prima della loro entrata. Ma infrattanto il Governo Anglo-Egiziano non ha trascurato di fare raccolta di tutte le cifre vecchie e nuove per vedere se esistessero delle leggi generali abbastanza approssimative colleganti le piene del Nilo con altri grandiosi avvenimenti astronomici e metereologici. Finora il Governo ha riconosciuto che non esiste una periodicità nelle piene, nemmeno approssimativamente sicura per lunghi periodi di anni dai 30 ai 35, come si vorrebbe che sussista per periodi alternativamente aridi e

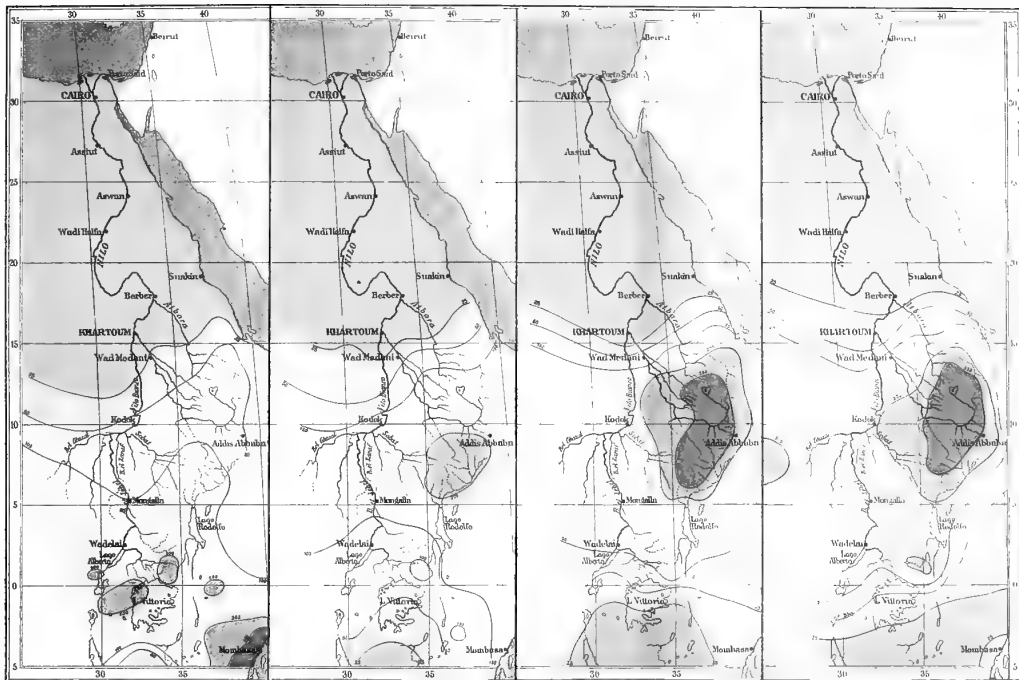
MAPPA DI TUTTI I BACINI DEL NILO

Scala 1 : 7.500.000

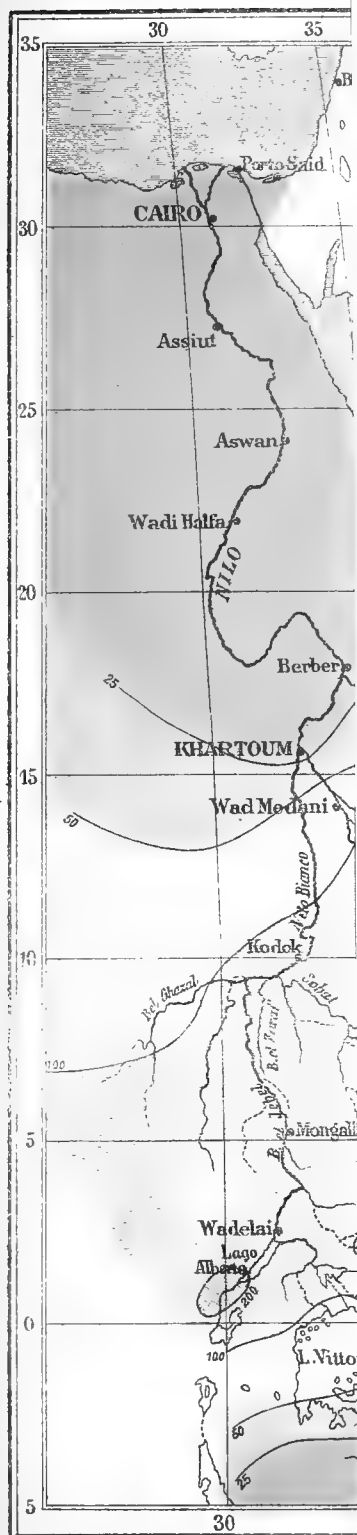
Stab.° Sauer e Barigazzi, Bologna

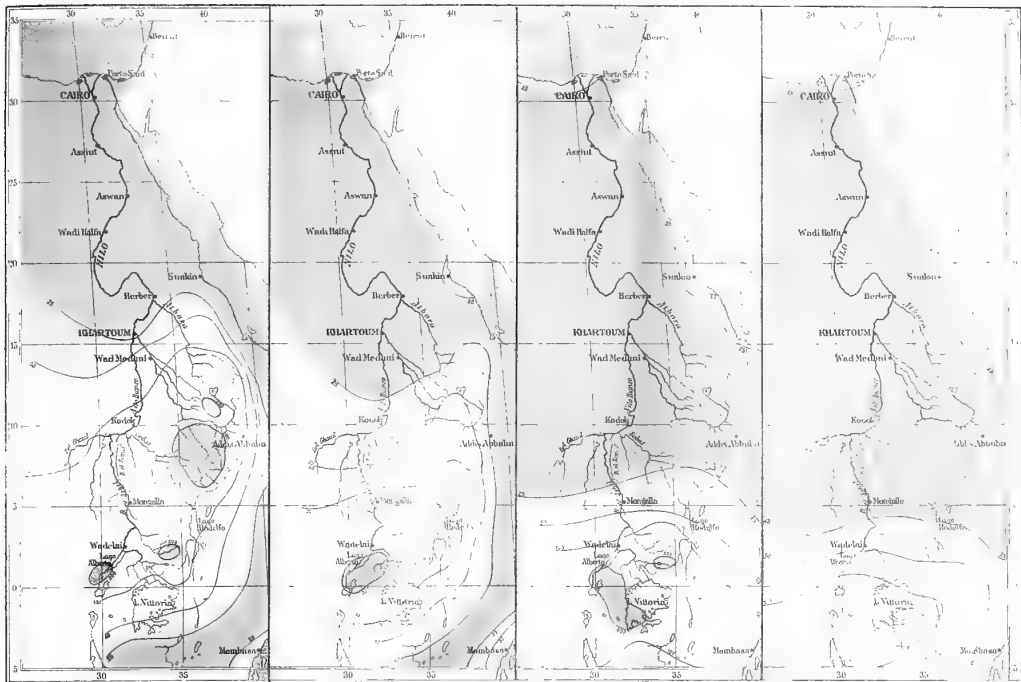
MAPPA DI TUTTI I BACINI DEL NILO

Stab.º Sauer e Barigazzi, Bologna

ALTEZZE PLUVIOMETRICHE MEDIE NEI MESI DI

Stab.º Sauer e Barigazzi Bologna

MAGGIO

Stab.º Sauer e Barigazzi, Bologna

ALTEZZE PLUVIOMETRICHE MEDIE NEI MESI DI

SETTEMBR

Stab° Sauer e Barigazzi, Bologna

ALTEZZE PLUVIOMETRICHE MEDIE NEI MESI DI

Stab.º Sauer e Barigazzi Bologna

piovosi in altre regioni del globo, e che pur chi scrive ha potuto verificare per la regione veneta.

Invece il Governo ha potuto riconoscere con sufficiente sicurezza che a periodi estivi di alta pressione barometrica al Nord-Est dell'Africa corrispondono piene del Nilo infelici e reciprocamente; così pure che il cosidetto *centro d' azione delle Isole Azzorre* influisce su quei periodi di alta pressione.

Ma d'ora innanzi le previsioni sulle piene del Nilo avranno minore importanza che per lo passato, dappoichè il Governo Anglo-Egiziano sta conducendo a compimento il suo ardito e colossale piano di trasformazione del regime del Nilo da quello di fiume libero a quello di canale regolato mediante dighe, serbatoi ed altre grandiose opere idrauliche, e ciò a fine di provvedere per l' irrigazione perenne di tutto il suolo egiziano (ed in avvenire anche del suolo *sudanese*), mentre per lo passato l' irrigazione nell' Alto e Basso Egitto aveva luogo soltanto durante le piene col *sistema dei bacini*, attraverso canali a fondo elevato ed assai poco regolati.

Uno studio approfondito dell' avvenuta trasformazione continuerà ad occupare l'Autore, come ha già fatto fino dal 1891, ed infrattanto verranno alla luce nuove pubblicazioni di alto valore tecnico e scientifico del Governo Anglo-Egiziano, e così pure nuovi lavori dell' infaticabile Sir W. Willcocks, che sta preparando una nuova edizione della sua opera magistrale sull' Idrografia del Nilo, per la quale ha minacciate alcune critiche ai risultati governativi.

Sono allegate quattro tavole importantissime per l' idrografia del Nilo.

L'evoluzione dell'elemento cromatico nell'oogenesi dei Saurî durante il primo periodo postgoniale

MEMORIA

DEL

Dott. GIULIO TRINCI

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1908)

(CON UNA TAVOLA)

SOMMARIO.

I. Introduzione.

È oramai universalmente riconosciuto, come ebbi opportunità di esporre in una mia recente rivista sintetica (55), che la definitiva intelligenza di quel fenomeno per opera del quale i prodotti sessuali raggiungono lo stato di maturità, la riduzione cromatica, rimane subordinata ad una piena delucidazione delle complesse manovre intranucleari svolgentisi all'inizio del periodo spermio- ed oocitario, avvenuta che sia l'ultima cinesi goniale.

Tanto nel caso delle cellule sessuali maschili quanto in quello delle femminili, lo stato di cite è di solito caratterizzato da una prima fase nucleare di riposo, immediatamente successiva all'ultima cinesi del periodo di moltiplicazione; dopo tal fase, distinta come p r e s i n a p s i, l'elemento cromatico assume un aspetto spirematoso e soggiace a cospicue variazioni, di cui una figura caratteristica, comune a molti soggetti, è quella di una sua

coartazione presso un polo del nucleo. Codesta figura è chiamata sinapsi dalla maggioranza degli autori, sinizesi da McClung (41). Alla sinapsi segue uno stadio di spirema segmentato, la diacinesi di Haecker (28), nel corso del quale i cromosomi si presentano sotto forma di segmenti doppî lassamente distribuiti nell' ambito nucleare.

Poichè durante il periodo sinaptico, secondo molti, si svolgerebbero fenomeni di estrema importanza per la genesi delle tetradi, l' intima conoscenza del suo decorso sembra costituire una delle condizioni necessarie onde precisare il valore biologico della riduzione cromatica operantesi mediante le cinesi di maturazione.

Molti ed estesi studî sono stati compiuti negli ultimi tempi sulle prime fasi nucleari postgoniali dell' oogenesi dei Vertebrati: basti menzionare, fra i più noti, quelli di Maréchal (38, 39, 40) e Cerruti (15) sui Pesci, di M. Bouin (10), Janssens (34) e Levi (36) sugli Anfibî, della Loyez (37) sui Rettili, di d'Hollander (33) sugli Uccelli e di Von Winiwarter (60) sui Mammiferi. Tutte queste ricerche tendono a dimostrare, come rileva Maréchal (40) e come già notammo, che nel periodo in discorso si seguono « due stadî importanti e connessi: un riposo oocitario iniziale, poco differente dal riposo ovogoniale propriamente detto; poi uno stadio intorno al quale sembrano raggrupparsi i primi fenomeni della differenziazione morfologica dell' oocite, lo stadio di sinapsi ». Alla sinapsi viene oggi annessa tutta quell' importanza che altra volta si attribuiva quasi esclusivamente ai fenomeni nucleari del periodo di crescita e di maturazione; ma non tanto questa importanza si riferisce al maggior o minor grado di coartazione dell' elemento cromatico, coartazione che può essere provocata, secondo taluni, dai reagenti impiegati nella microtecnica, secondo altri da singole condizioni nucleari variabili di soggetto in soggetto, quanto alla possibilità che le caratteristiche immagini della fase siano l' esponente di fenomeni preparatorî alla riduzione cromatica. Da più parti infatti si tende a riconoscere che durante la sinapsi si effettui una pseudoriduzione; vale a dire un accoppiamento di cromosomi [coniugazione cromosomica di Boveri (12), sindesi di Haecker (29)], da cui dipenderebbe il numero ridotto degli elementi cromatici, le così dette tetradi, esistenti nel nucleo sessuale all' epoca della prima profase di maturazione

Dato l' interesse dell' argomento di fronte a varie questioni d' ordine biologico e in pari tempo la mancanza d' un accordo completo fra gli autori circa il decorso del processo pseudoriduttivo, è stato mio pensiero intraprendere un opportuno studio nei Saurî utilizzando all' uopo un abbondante materiale di ricerca in buona parte gentilmente favoritomi dal Prof. Giacomini. Di che ad esso qui rivolgo i miei più vivi ringraziamenti.

II. Materiale e tecnica.

Le specie sottoposte all' osservazione sono le seguenti:

Anguis fragilis (adulti),
Seps chalcides (adulti),
Gongylus ocellatus (embrioni ed adulti),

Lacerta agilis (adulti),
Lacerta viridis (giovani ed adulti).

Varî sono stati i liquidi impiegati nella fissazione del materiale; il sublimato acetico, il liquido di Gilson, il liquido di Zenker, il liquido di Tellyesniczky e il liquido di Hermann.

Le colorazioni nucleari sono state ottenute mediante emallume, ematossilina ferrica, saffranina e tionina: le plasmatiche mediante eosina.

III. Le zone germinative nell'ovario dei Saurî adulti.

Dovendo intraprendere lo studio delle prime fasi nucleari oocitarie nei Saurî, si rende necessario definire in qual regione dell'ovario siano localizzate le cellule sessuali nello stadio che a noi interessa.

Di già in altro mio lavoro (53), confermando le osservazioni di precedenti autori, rilevavo che nell'ovario di *Lacerta* « l'epitelio di rivestimento, anzichè essere differenziato in strato germinativo in qualunque punto della superficie ovarica, lo è soltanto nella regione dorsale, ove, a destra ed a sinistra del mesoario, s'ispessisce a formare in ciascun organo due creste decorrenti in senso antero-posteriore, dalle quali traggono origine i follicoli primordiali » [v. fig. 1 od anche fig. 1 di Trinci (53) o Taf. VIII fig. 6 di Braun (14) o Tav. 5 fig. 2 di Mingazzini (43) o la fig. 1 a pag. 106 della Loyez (37)]. Come non ha mancato di porre in evidenza la Loyez in suo recente lavoro (37), tale è la disposizione che presso a poco si riscontra in tutti i Sauri (*); soltanto in *Platydactylus*, secondo Braun (14) e la Loyez stessa, e probabilmente in tutti gli Ascalaboti, ciascun ovario non presenta che una sola zona germinativa dorsale (v. Pl. III fig. 1 della Loyez).

È esclusivamente nelle zone o creste germinative ora ricordate che si rinvengono le prime fasi del periodo oocitario.

Senza soffermarmi sul vario aspetto e sulle varie dimensioni che tali zone presentano nelle diverse specie, ricorderò piuttosto un particolare importante da me già posto in evidenza nel lavoro precedentemente citato; che cioè esse risultano costituite di due tipi essenzialmente distinti di cellule mescolate senza regola alcuna (fig. 1): le une piccole, di carattere indifferente, destinate a costituire l'epitelio follicolare degli oociti durante il periodo di crescita (figg. 2, 4, 15, *np*): le altre voluminose, con contrassegni nucleari tali da rivelare decisamente la loro natura germinale. Le nuove osservazioni ora compiute mi portano a confermare per

(*) Negli embrioni sessualmente differenziati dei Saurî, secondo quanto risulta dagli studî di Braun (14) ed anche da mie personali osservazioni in *Lacerta* e *Gongylus*, l'abbozzo ovarico presentasi rivestito su tutta la sua superficie celomica da una zona germinativa continua. Le disposizioni della vita postembrionale vengono soltanto secondariamente determinate dallo sviluppo dei follicoli, effettuantesi sempre nel territorio ventrale dell'ovario In seguito di ciò la zona germinativa rimane dapprima suddivisa in due porzioni laterali e ciascuna di queste, aumentando il numero ed il volume dei follicoli, viene poi respinta dorsalmente.

intero la descrizione riferita e sopratutto a precisare il mio pensiero, malgrado esso non si accordi colle vedute della LOYEZ, sulla presenza nelle zone germinative di due qualità di cellule, che potremo sin da ora distinguere, le une, come somatiche, le altre, come sessuali.

La LOYEZ, probabilmente fondandosi sulla vecchia dottrina di WALDEYER (56) che le cellule sessuali primordiali traggano origine, nei Vertebrati, dall'epitelio celomico della superficie mediale del corpo di WOLFF («Keimepithel»), dottrina questa accettata da BRAUN (14), da VON MIHALKOVICS (42) e da ARNOLD (3) per i Rettili, considera di natura germinale tutti gli elementi accumulati nelle zone e precisamente distingue come « cellules germinatives indifférentes » quelle, secondo me, di natura somatica ed a nient'altro destinate se non a costituire l'epitelio dei follicoli. Poichè d'altra parte la medesima LOYEZ concorda meco nel ritenere che la granulosa follicolare tragga origine dai piccoli elementi del campo germinativo, viene con ciò ad ammettere, come già in passato l'HOFFMANN (31), che le cellule follicolari siano di natura germinale; infatti parlando del primo differenziarsi d'una granulosa attorno ai giovani oociti, quando questi ancora trovansi nell'interno delle zone, si esprime così: « de petites cellules voisines qui ne sont autres que des cellules germinatives, se placent tout autour de l'oocyte ».

Due sono le ragioni sulle quali io credo di fondare la mia distinzione.

La prima e la principale è fornita dai risultati delle recenti ricerche, le quali vengono dimostrando sempre più verosimile l'ipotesi che la separazione fra cellule germinali e cellule somatiche abbia luogo in un periodo molto precoce dello sviluppo embrionale, forse mediante le prime od anche la prima segmentazione dell'uovo. Senza volere indugiarmi in una esposizione dettagliata dei numerosi dati favorevoli a cotesta tesi, mi basti menzionare i principali.

Sin dal 1878-80 BALFOUR (4, 5) constatava che in un periodo molto precoce dello sviluppo degli Elasmobranchi, « even before the formation of the genital ridge, certain of the cells which are destined to form ova become distinguished by their greater size, and by the possession of an abundant clear protoplasm and a large spherical granular nucleus ». Da ciò egli inferiva che le cellule sessuali primordiali, pur derivando dalle peritoneali, potessero differenziarsi al di fuori del territorio genitale e vi pervenissero poi per opera di una loro attività ameboide paragonabile a quella, sin da allora conosciuta, delle cellule sessuali degli Idrozoi. Fu però NUSSBAUM (45) il primo a formulare nettamente la tesi (per gli Anfibî ed i Teleostei), che le cellule somatiche non diano affatto luogo alla costituzione delle sessuali primordiali, ma che la derivazione di queste sia molto precoce e debba piuttosto riportarsi ad un materiale di segmentazione del tutto distinto da quello da cui si formano i foglietti embrionali.

Oltre ai noti reperti di O. HERTWIG (30) in *Sagitta*, di BOVERI (11) in *Ascaris*, di HAECKER (27) in *Cyclops*, assolutamente favorevoli a siffatta tesi, ricordo, come altrettanto favorevoli, per i Vertebrati, quelli di WHEELER (58) in *Petromyzon*, di VAN WIJHE (59) RABL (47), WOODS (61) e BEARD (6, 7, 8, 9) negli Elasmobranchi, di EIGENMANN (18, 19) e FEDOROW (20) nei Teleostei, di BOUIN (10), ALLEN (2) e DUSTIN (16, 17) negli Anfibî, di

Hoffmann (32), Nussbaum (46) e Rubaschkin (48) negli Uccelli, di Rubaschkin (49) nei Mammiferi. Sebbene di tali autori alcuni soltanto ammettano senza restrizioni il concetto di Nussbaum sopra esposto, merita peraltro di essere rilevato il loro assoluto accordo nel riconoscere che le cellule sessuali sono presenti e perfettamente distinguibili, in distretti più o meno lontani dal genitale, già in un periodo dello sviluppo molto anteriore a quello in cui si abbozzano le gonadi. Ciò in altri termini significa che la gonade potrebbe con fondamento considerarsi soltanto come un organo di sede definitiva, non di produzione, delle cellule sessuali.

In quanto riguarda in particolare i Rettili, recentemente Allen (1) ha segnalato, di già in embrioni di *Chrysemys* della lunghezza totale di appena mm. 1,7, la presenza di cellule sessuali ameboidi nell'entoderma, presso il margine dell'area pellucida: è soltanto in seguito ad una lenta migrazione, durante le successive fasi dello sviluppo, che tali cellule si portano al di sotto della notocorda, di dove la maggioranza continuano il loro cammino lungo il mesenterio per raggiungere gli abbozzi delle gonadi nel peritoneo a ciascun lato della radice del mesenterio stesso. Se adunque, al termine della loro migrazione, le cellule sessuali primordiali giacciono fra le peritoneali, non per questo deve inferirsi che ne derivino.

Osservazioni perfettamente concordanti con quelle dell' Allen ha eseguito nel nostro laboratorio, sotto la direzione del Prof. Giacomini, la Sig.na Dott. Gasparro (23) in embrioni di *Gongylus ocellatus*; osservazioni le quali vengono avvalorate dai reperti, pur recenti, di Giannelli (24), che in embrioni a sesso differenziato di *Seps chalcides*, segnala la presenza quasi costante, al di fuori della zona sessuale, di elementi germinali primordiali.

La somma di tutti questi dati desunti dalle gonogenesi delle più disparate forme animali, sia Vertebrati, sia Invertebrati, rende, in conclusione, ogni giorno più fondata la dottrina che nella segmentazione iniziale dell' oospermio si differenzi direttamente un materiale sessuale primitivo sotto forma di cellule, le « Stammzellen » di Boveri, destinate alla progressiva generazione di elementi germinali e che la serie di tali generazioni costituisca una continua « Keimbahn » ininterottamente trasmessa, nella medesima specie, da un individuo all'altro.

Il concetto, del resto, che la localizzazione postembrionale delle cellule sessuali in determinati organi o regioni non significhi affatto una derivazione delle cellule stesse dalle somatiche finitime, è stato da me particolarmente illustrato trattando della gonogenesi dei Celenterati (54). Sono allora venuto alla conclusione, opponendomi all'opinione diffusa, che in cotesti Metazoi verosimilmente i rapporti delle cellule sessuali coll'ectoderma o coll' entoderma vanno considerati come secondarî anzichè primarî; perchè, stando ad alcuni indizî, tali cellule si differenzierebbero in un'epoca molto precoce dello sviluppo embrionale e soltanto secondariamente s'intrometterebbero, in virtù delle loro proprietà ameboidi, fra quelle dell'uno o dell'altro strato somatico. Per analogia nei Vertebrati se gli elementi sessuali primordiali, in un determinato periodo, vengono a ritrovarsi fra i peritoneali, è presumibile, nè mancano, come vedemmo, prove in proposito, che vi giungano per migrazione attiva e che perciò la loro residenza finale nulla abbia in comune con la loro derivazione.

Un secondo argomento, ritornando al caso dei Saurî adulti, il quale m'induce a persistere nell'idea che le piccole cellule delle zone germinative rappresentino un materiale del tutto distinto dal sessuale propriamente detto, è che ad esse difettano assolutamente i caratteri, per comune consenso degli autori, proprî degli elementi germinali primitivi. È troppo noto che l'abito diagnostico di tali elementi, anche allo stato di « Ursamenzellen » o di « Ureizellen », è questo: abbondante citoplasma quasi ameboide, pallido, a contorni sufficientemente definiti; grosso nucleo sferoidale, chiaro e vescicolare; distinto reticolo cromatico e nucleolo. Ora le piccole cellule in discorso non mostrano affatto tali caratteri (figg. 1, 2, 4, 15, *np*): oltre a presentarsi infatti « plus foncées », per usare il termine della Loyez, di quelle voluminose indubbiamente germinali, lasciano intravvedere un corpo citoplasmatico ridottissimo e quasi mai a limiti definiti; inoltre mostrano un nucleo intensamente colorabile, non vescicolare, il più delle volte ovalare, spesso affusato, talora bastoncelliforme, le cui dimensioni e la cui organizzazione non sembrano differire gran che da quelle dei comuni nuclei connettivali dello stroma ovarico. Tali cellule, al contrario, rivelano le più grandi somiglianze con le peritoneali del voluto — epitelio germinativo —, rivestenti, nella loro superficie celomica, le zone germinali; come pure con quelle che costituiscono il semplice epitelio follicolare monostratificato degli oociti nel periodo iniziale della crescita (*). Ciò induce a credere che esse non rappresentino se non elementi peritoneali immigrati nell'interno delle zone germinative (le fasi di cotesta immigrazione sono infatti direttamente controllabili) e che siano esclusivamente devolute, in qualità di cellule sussidiarie, alla organizzazione di un apparato nutritore intorno agli oociti, atto a facilitare l'accrescimento di questi. Poichè inoltre non sussistono affatto forme di transizione che le ricolleghino agli elementi di natura indubbiamente sessuale, a me sembra in conclusione che debbasi escludere la natura germinale loro attribuita dalla Loyez.

Per ricapitolare quanto siamo venuti esponendo, possiamo formulare le seguenti proposizioni:

Nell'ovario dei Saurî adulti i primi stadî del periodo oocitario debbono ricercarsi nelle zone germinative: queste sono situate presso la superficie dorsale dell'organo sotto forma di prominenze decorrenti, ai lati destro e sinistro del mesoario, in senso cefalo-caudale. Due tipi distinti di cellule le costituiscono: cellule sessuali propriamente dette, quivi localizzate dopo esservi pervenute per immigrazione durante il primo periodo della vita embrionale e perciò del tutto indipendenti geneticamente dall'epitelio del celoma, e cellule sussidiarie, di origine peritoneale, destinate alla organizzazione d'un apparato nutritore intorno agli oociti che intraprendono la crescita.

Si tratta ora di stabilire quale valore competa alle cellule sessuali localizzate nelle zone germinative. Hanno esse tutte raggiunto lo stadio di oocite, oppure rappresentano in

---

(*) Circa i differenti stati dell'epitelio follicolare durante l'accrescimento oocitario dei Saurî, vedi Trinci 53 e Loyez 37.

certo numero anche gli stadî iniziali dell'oofilogenesi; quelli, cioè, di « Urei » e quelli di oogonio?

Non troppo facilmente può rispondersi a siffatta domanda, essendo, come si sa, ben poco apprezzabili le differenze morfologiche fra le cellule sessuali nei varî stadî del periodo di moltiplicazione sino a quello di oocite I in riposo. D'altra parte il quesito si riannoda a quello più generale, tutt'altro che risolto a mio parere, se nei Vertebrati al principio della vita postembrionale la totalità delle cellule sessuali femminili abbiano già raggiunto, come vuole WALDEYER (57), lo stadio di oocite I, oppure, come sostengono i suoi oppositori (v. in proposito CERRUTI (15), pag. 69-71), se molte persistano allo stato primordiale e diano luogo, moltiplicandosi, ad un continuo rinnovamento del materiale sessuale. Probabilmente le condizioni variano a seconda dei soggetti nè esiste alcuna legge assoluta in riguardo (*). Ma in quanto concerne il caso speciale dei Saurî adulti, ecco ciò che mi risulta.

Nel mio lavoro precedentemente citato (53) mi esprimevo in proposito nei seguenti termini: « La completa assenza di fenomeni mitotici nelle creste germinative induce a ritenere che la formazione di uova primordiali si arresti col termine della vita embrionale e che, nell'adulto, tutti gli oogonî siano trasformati in oociti di primo ordine ». Da suo canto la LOYEZ (37), riferendo il mio parere, osserva: « Or, les karyokinèses, quoique assez rares, existent, au moins chez les animaux encore jeunes ». CERRUTI (15) inoltre asserisce d'aver riscontrato certamente, in ovarî di *Lacerta muralis* a completo sviluppo, oogonî in mitosi.

Dopo la nuova analisi microscopica delle zone germinative da me eseguita, analisi che per la natura stessa delle ricerche dovea riuscire accuratamente minuziosa, sono in grado di affermare che, fra le centinaia e centinaia di sezioni studiate, non ho incontrato, nel territorio delle zone dei Saurî adulti presi in esame, che un numero di cariocinesi trascurabile, appena due, e che d'altra parte mi mancano elementi per precisare se tali cinesi siano proprie delle cellule sessuali oppure delle sussidiarie. Naturalmente accettando l'opinione della LOYEZ che i piccoli elementi d'origine peritoneale abbiano il valore di cellule germinative indifferenti, di « Ureizellen », bisognerebbe ammettere che nelle zone debbano ritrovarsi tutti gli stadî possibili della filiazione oogenetica; ma appunto l'estrema scarsezza delle mitosi si oppone alla interpretazione formulata dalla LOYEZ e viene a costituire uno dei maggiori argomenti, insieme agli altri già esposti, per sostenere la tesi contraria che noi difendiamo. Se si trattasse infatti di « Ureizellen », esse dovrebbero, per raggiungere lo stadio di cite I, passare attraverso un periodo di moltiplicazione; ed

---

(*) Durante la correttura delle prove di stampa del presente lavoro, è comparsa la seguente nota, che tratta appunto dell'argomento nei Mammiferi: WINIWARTER v. H. und SAINMONT G. — Ueber die ausschliesslich postfetale Bildung der definitiven Eiern bei der Katze: *Anat. Anz., Bd 32. N.* 23/24, 1908.

Nell' ovario postembrionale avrebbe luogo una degenerazione delle uova formatesi durante la vita embrionale e quindi un' ooneoformazione avanti l'epoca della maturità sessuale. A quanto mi sembra, non rimane affatto escluso dalle osservazioni degli AA. che tale rigenerazione si compia per opera di « Ureizellen » superstiti.

essendo le medesime molto numerose, anche numerose dovrebbero apparire le figure mitotiche. Basta a spiegare la scarsezza di tali figure la supposizione della Loyez, che l'attività della zona ovigena potrebbe subire un rallentamento progressivo nel corso della vita postembrionale o che i processi cariocinetici potrebbero svolgersi così rapidamente da passare inosservati? Non sembra: poichè nel primo caso le mitosi dovrebbero incontrarsi per lo meno frequenti nei giovani esemplari; il che non risulta neppure alla stessa Loyez: nel secondo, se frequenti, i processi mitotici, per quanto rapidi, dovrebbero sempre manifestarsi in numero molto maggiore di quello che si constata.

Stando le cose in questi termini, posso concludere che nelle zone germinali dell'ovario dei Saurî adulti, anche se esistono alcune cellule sessuali nel periodo di moltiplicazione, la quasi totalità hanno raggiunto lo stato di cite di prim'ordine e che perciò le varie immagini nucleari presentate dagli elementi designabili come sessuali, debbono classificarsi, nella loro immensa maggioranza, fra la serie di quelle proprie dell'evoluzione oocitaria

Ciò stabilito, passiamo all'analisi di queste figure nella loro progressiva successione.

IV. Le fasi nucleari del primo periodo postgoniale.

Dall'insieme delle mie osservazioni, credo necessario avvertirlo subito, risulta che in tutte le specie esaminate i fenomeni di cui dobbiamo occuparci decorrono secondo uno schema unico e generale; ond'è che una fase determinata, propria dell'oogenesi d'una data forma, trova la sua omologa in una fase corrispondente presso le altre. Esistono bensì variazioni fra le figure nucleari omologhe dei diversi soggetti, ma tali da non implicare assolutamente modificazioni sostanziali nel decorso generale del processo, il quale, come dicevo, si uniforma in tutti i casi ad una legge costante. Per conseguenza reputo superfluo ripetere per ciascuna specie una minuta descrizione dei singoli stadî secondo il loro succedersi: preferisco invece illustrare dettagliatamente i fenomeni in una sola forma, riserbando le altre come termini di confronto. La specie prescelta è l'*Anguis fragilis*, che, oltre all'avermi fornito gran copia di preparati, mi è sembrata la più adatta, per la loro relativa chiarezza, ad una descrizione e ad una riproduzione grafica delle figure cromatiche.

Nelle zone germinative ovariche dei Saurî adulti gli oociti, relativamente al loro stadio di sviluppo, si rinvengono disseminati senza ordine alcuno; vale a dire, ad una fase nucleare determinata, non corrisponde una localizzazione qualsiasi dell'oocite nel territorio delle zone. Questa circostanza, com'è facile comprendere, rende singolarmente ardua una seriazione naturale delle varie fasi, una seriazione, cioè, che effettivamente corrisponda al succedersi delle stesse fasi nel tempo ed escluda qualsiasi elemento d'interpretazione arbitraria. Nonostante tali difficoltà, è sempre possibile all'osservatore ricostruire un quadro dei fenomeni evolutivi, equivalente, con tutta verosimiglianza, per non dire con certezza, al reale decorso del processo in natura. Un criterio

infatti idoneo ad ordinare le figure nucleari secondo una seriazione presumibilmente naturale, è fornito da un'analisi diuturna e diligente delle figure stesse nei loro molteplici aspetti, siano quelli tipici di fasi indubbiamente distinte, siano quelli dimostranti caratteri di transizione; ciò permette un lavoro mentale e grafico di logica concatenazione degli aspetti stessi, in seguito del quale viene lentamente maturandosi nell' osservatore la convinzione che una fase determinata non possa scaturire se non da un' altra pure determinata e costituire se non il punto di partenza per una data fase successiva. Disgraziatamente questo criterio, come giustamente osserva Maréchal (40), se ha tanto valore da imporre all'osservatore una definita seriazione « avec quasi l' évidence intransigeante d'un fait », sfugge al controllo del lettore. Ma anche stabilita su queste basi una seriazione potrà apparire fondata, quando, per lo meno nelle sue grandi linee, coincida con altre seriazioni rappresentanti il prodotto sintetico d' un pari lavoro mentale compiuto da altri autori per la stessa o per differenti specie. Se infatti nello studio d' un fenomeno, più autori, esercitando, per così dire, un controllo reciproco, vengono a conclusioni identiche, tutto lascia credere che tali conclusioni siano attendibili. Vedremo appunto che la mia seriazione conviene in massima con quelle proposte dalla maggioranza degli autori occupatisi dei fenomeni in discorso nei Vertebrati; fatto questo che mi porgerà in seguito il destro per alcune considerazioni d' ordine generale circa il quesito se i processi preparatorî alla riduzione cromatica decorrano sempre secondo un piano fondamentale. Aggiungasi che la mia seriazione trova piena conferma anche in quelle formulate da altri autori sulle basi le più sicure. Voglio alludere alla seriazione di Winiwarter (60) per l'oogenesi dei Mammiferi stabilita secondo la successione delle figure nucleari durante la vita embrionale ed a quella degli Schreiner (50, 52) per la spermatogenesi di *Myxine* molto facilitata dalla circostanza che nei singoli follicoli testicolari di tale forma, come del resto si verifica anche in altre, la totalità della cellule germinali trovansi all'incirca nello stesso stadio evolutivo. Tutto ciò insomma conferisce un alto grado di attendibilità alla seriazione che presento.

Avverto infine che nell' intraprendere il mio studio ho voluto sgombrare la mente da ogni preoccupazione teorica che avesse potuto esercitare un' influenza qualsiasi sulla serenità del giudizio nell' analisi dei fatti. Uniformandomi a tale principio, anche nella presente esposizione mi limiterò dapprima ad una nuda ed obbiettiva illustrazione dei fatti stessi secondo che risulta da una loro analisi spassionata: stabilito quali essi siano, allora soltanto vedremo d' interpetrare il loro possibile significato e di precisare la loro posizione di fronte alle teorie vigenti sul soggetto della riduzione cromatica.

L' unico autore che sino ad oggi abbia dato notizie sulle prime fasi postgoniali della oogenesi dei Rettili, dei Saurî in ispecie, è la Loyez (37). La seriazione delle figure nucleari da essa proposta è la seguente:

1) Il periodo oocitario s' inizia con una fase di riposo a nucleo reticolare;

2) segue una fase a fine cordone cromatico, probabilmente corrispondente alla leptotene di Winiwarter (60);

3) quindi una di sinapsi, corrispondente alla sinaptene di Winiwarter, in cui il

cordone è più o meno fortemente condensato e ripiegato su sè stesso e la membrana nucleare appena distinguibile;

4) una poi, corrispondente alla pachitene di WINIWARTER, a nucleo voluminoso, chiaro, con membrana nucleare poco distinta, contenente un numero di grossi cordoni granulosi provenienti dalla risoluzione della sinapsi;

5) una infine, nuovamente reticolata, alla quale segue la formazione del follicolo e l'inizio del periodo di crescita.

Nelle loro grandi linee i miei risultati confermano questo quadro formulato dalla LOYEZ a puro scopo descrittivo; ma riguardo all' intento principale prefissomi, quello cioè d' interpetrare il possibile significato delle varie fasi di fronte al problema generale della riduzione cromatica e della pseudoriduzione in ispecie, essi vengono a mettere in luce nuovi particolari ed a precisare non pochi dati d' importanza fondamentale per la questione, sinora affatto sconosciuti in quanto concerne l' oogenesi dei Saurî.

1) *Anguis fragilis.*

Abbiamo stabilito precedentemente che nei Saurî adulti, e perciò anche in *Anguis*, le cellule sessuali delle zone germinative ovariche hanno in grandissima prevalenza, se non nella totalità, il valore di oociti di prim' ordine. Tali oociti trovansi nelle più svariate fasi presinaptiche, sinaptiche e postsinaptiche sino a quella iniziale dell' accrescimento, che viene in massima contrassegnata dall' organizzazione, attorno all' oocite, di una granulosa primitiva monostratificata e dalla migrazione del follicolo, non appena costituitosi, nello stroma ovarico (vedi TRINCI 53 e LOYEZ 37). Naturalmente nella rivista di queste fasi dovrò limitarmi ad enumerare e descrivere soltanto le più caratteristiche, quelle cioè, che più si prestano a venire utilizzate come punti di ritrovo per opportuni confronti con le fasi corrispondenti di altri soggetti: degli innumerevoli stadî di transizione tratterò invece soltanto quanto é necessario a dimostrare la razionalità della seriazione proposta.

Qual fase dovremo considerare come punto di partenza per la seriazione delle figure nucleari nella specie in esame?

I nuclei delle zone germinative che, per l' abbondanza del contorno citoplasmatico, per le dimensioni, per la relativa sfericità, si rivelano indubbiamente di natura sessuale, possono comprendersi in due grandi categorie: gli uni presentano tutte le caratteristiche dei così detti — nuclei in riposo —; gli altri tutte quelle di un movimento cromatico sinaptico, non importa in quale fase. Evidentemente, se la quasi totale assenza di processi mitotici nelle zone ci ha indotti a considerare le cellule sessuali in esse contenute nella grande maggioranza come oociti I, potremo senz' altro classificare come tali anche quelle con nucleo in riposo. Pur non volendo escludere assolutamente che alcune abbiano il valore di oogonio, in grande prevalenza debbono rappresentare elementi usciti dall' ultima divisione goniale in attesa del loro turno, diciamo così, per iniziare il movimento cromatico preliminare del periodo di crescita. Dato dunque che si tratti anche di oogonî e di oociti insieme, è certo che non esistono differenze morfologiche apprezzabili fra gli uni e gli

altri: descrivendo perciò i caratteri dei nuclei sessuali in riposo, saremo sicuri di illustrare insieme la costituzione di quelli del periodo iniziale oocitario.

a) Nuclei in riposo (fig. 2).

I nuclei sessuali in riposo (fig. 2, *ns*) trovansi distribuiti senza regola nelle zone germinative; in taluni punti sono molto frequenti, in altri meno, in altri sembrano mancare del tutto. Si distinguono nettamente dai nuclei pure in riposo delle piccole cellule d'origine peritoneale (fig. 2, *np*) per le dimensioni sensibilmente maggiori (diametro medio μ 7-8), per la forma sferoide anzichè ovalare, per la caratteristica turgidezza e per essere circondati da un alone citoplasmatico chiaro piuttosto abbondante. Le loro proprietà morfologiche generali sono del resto quelle comuni a tutti i nuclei in riposo: posseggono una membrana tingibile con i colori basici, nettamente delimitante, dal citoplasma, il loro contenuto; mostrano nell'interno un reticolo lasso più o meno regolare, a trabecole, alcune pallide, altre impregnate di granulazioni o grumi cromatici di differenti forme e dimensioni, particolarmente numerosi nei punti nodali o in quelli ove le trabecole stesse si inseriscono alla membrana; generalmente, in posizione centrale, presentano uno o più depositi irregolarmente conformati di materiale basofilo, i quali hanno tutta l'apparenza di una condensazione parziale dello stroma cromatico. Gli interstizî del reticolo sono riempiti da una sostanza fondamentale pallida, omogenea, leggermente colorabile, la cui presenza conferisce al nucleo quasi un aspetto di opacità. Vedremo invece che negli stadî successivi tale sostanza si presenta del tutto limpida ed incolora.

Siffatto periodo di riposo sembra potersi più o meno prolungare a seconda dei casi, perchè soltanto un certo numero degli oociti contenuti nelle zone germinative ovariche entra annualmente nello stadio di crescita.

b) Organizzazione dell' elemento cromatico in sottili cordoni (figg. 3 e 4).

I fenomeni più appariscenti che a prima vista caratterizzano la fase successiva a quella di riposo, l'inizio cioè dell'attività sinaptica, sono: progressivo aumento delle dimensioni del nucleo sino ad un diametro medio di μ 9-10, che si mantiene poi presso a poco invariato nelle fasi ulteriori sino all'inizio della crescita; aumento pure progressivo della trasparenza della cariolinfa, la quale a poco a poco viene a perdere quell'aspetto di opacità che le era proprio durante lo stadio precedente. La membrana nucleare all'incontro si mantiene sempre distinta e discretamente basofila.

Più sensibili variazioni presenta lo stroma cromatico esaminato a forte ingrandimento.

Si nota dapprima che alcune trabecole del reticolo cominciano a risaltare spiccatamente sulle altre per la loro intensa colorabilità. Ciò non toglie che in sul principio lo stroma conservi il suo aspetto reticolare, ma, avanzando il processo sotto forma di una vera individualizzazione di filamenti cromatici (fig. 4, *a*), l'osservatore riceve l'impressione che le granulazioni dianzi indifferentemente distribuite sul reticolo, subiscano un ordinamento

seriale secondo direzioni rettilinee. In pari tempo diminuiscono progressivamente il numero e le dimensioni dei grumi cromatici localizzati, durante il riposo, nei punti nodali del reticolo, come se il loro materiale fosse impiegato nella organizzazione dei filamenti che vengono differenziandosi. A mano a mano che questi si costituiscono, non sembrano farlo secondo una orientazione determinata; tutt' al più danno quasi l' impressione di emanare da un punto d' irradiamento situato nel mezzo del nucleo oppure alla periferia (fig. 3).

L' aspetto del nucleo nell' istante che potremo considerare tipico della fase, è questo: osservato a debole ingrandimento, essa conserva in certo modo un apparenza reticolare; ma, mediante l' impiego di potenti obbiettivi ad immersione, tale apparenza si rivela determinata dall' esistenza di una folla di sottili filamenti rettilinei o ripiegati ad ansa, in ogni caso privi di anastomosi e nettamente individualizzati, i quali riempiono uniformemente tutto l' ambito nucleare. La complessità della figura determinata dal gran numero di filamenti che percorrono in ogni senso la cavità del nucleo, impedisce in modo assoluto di decifrare se si tratti di un unico cordone spirematoso variamente e più volte convoluto su sè stesso, oppure d' un insieme di anse molto allungate ma distinte. I filamenti, sempre sottili, presentano in alcuni punti un aspetto irregolarmente moniliforme, dovuto ad un ordinamento lineare, sopra un supporto acromatico, di granuli basofili più o meno grossi e più o meno ravvicinati fra loro.

Formazioni cromatiche nucleoliformi mancano del tutto.

c) Parasindesi sinaptica (figg. 4, 5 e 6).

Molteplici sono gli aspetti nella fase successiva a quella di organizzazione filamentosa dell' elemento cromatico. Rimanendo peraltro l' essenza dei fenomeni sempre la stessa, mi limiterò, per non eccedere nelle descrizioni, a segnalare soltanto i caratteri fondamentali che distinguono la costituzione del nucleo nel periodo in esame.

Essi sono: graduale regressione di colorabilità della membrana nucleare; retrazione centrale o laterale, mai troppo accentuata, dell' elemento cromatico nella cavità del nucleo; tendenza da parte dei singoli filamenti ad avvicinarsi parallelamente a due a due lungo il loro tragitto; saldamento parziale o totale dei filamenti accoppiati con conseguente loro diminuzione numerica e formazione di grossi cordoni. Riserbandomi di precisarne in seguito le ragioni, credo di designare subito l' insieme dei fenomeni che passo a descrivere sotto la denominazione, introdotta da Haecker (29), di p a r a s i n d e s i s i n a p t i c a.

Già sino dal termine della fase precedente si notava una diminuzione nella colorabilità della membrana, diminuzione ora tanto progredita, che nella maggioranza dei casi il contorno nucleare rimane appena percettibile e soltanto segnato dal limite del corpo citoplasmatico.

Anche alla fine dello stadio precedente si notava una certa disposizione dei filamenti ad assumere un decorso parallelo a coppie: ora questa disposizione, mentre si accentua sempre più (figg. 4 (*b*), 5 e 6), si accompagna con una tendenza, da parte dei filamenti

stessi, ad agglomerarsi in una zona del nucleo, sia centrale, sia laterale (figg. 4 (*b*) e 5). Questo agglomeramento o, per adottare un termine più in uso, questa retrazione dell'elemento cromatico, certamente corrispondente alla s i n a p s i della maggioranza degli autori, in *Anguis* è sempre pochissimo accentuata. Nelle innumerevoli figure sinaptiche esaminate non ho infatti mai osservato, come più volte è stato descritto in svariate forme di oogenesi e come vedremo verificarsi in altri Saurî, quel caratteristico stato di agglomerazione dei filamenti ad un polo del nucleo, tanto compatto da simulare la raccolta della cromatina in una massa omogenea. In questi tipi di sinapsi la totalità o la grande maggioranza dei filamenti è retratta in una formazione talmente densa da rendere vano qualsiasi tentativo di decifrare la loro disposizione; poichè inoltre tal conglomerato non riempie tutta la cavità nucleare ma per lo più occupa soltanto una zona periferica, il rimanente della cavità stessa apparisce completamente vuoto o tutt'al più percorso da qualche ansa emanante dal grumo. Immagini simili, ripeto, non si osservano in *Anguis*: rare sono anche immagini come quella rappresentata dalla fig. 5, in cui i filamenti mostransi notevolmente addensati ad un polo del nucleo: nella grande maggioranza dei casi invece l'addensamento apparisce poco o nulla pronunciato (fig. 6).

Qualunque sia il grado della retrazione, è però in ogni caso nettamente distinguibile la costituzione filamentosa della figura, non solo, ma, quello che più conta, risulta colla massima evidenza che, al progressivo addensamento, corrisponde una progressiva tendenza dei filamenti ad accoppiarsi parallelamente a due a due.

L'epoca in cui comincia a manifestarsi questo parallelismo non è precisabile entro termini fissi, potendo talvolta apparire sin dagli ultimi stadî della fase nucleare descritta in precedenza, tal altra subire un ritardo variamente prolungato: è certo inoltre che il processo non si definisce contemporaneamente in tutte le parti del nucleo. Esaminando infatti le figg. richiamate, si osserva che, insieme a filamenti accoppiati, molti ne possono sussistere allo stato indipendente e che anche quelli decorrenti secondo un tragitto parallelo, dopo un tratto più o meno esteso, possono proseguire in varie direzioni l'uno discostandosi dall'altro.

Gradualmente questo parallelismo, divenendo sempre più manifesto e sempre più stretto, si traduce in un processo di fusione longitudinale di coppie di filamenti, arrivandosi così alla formazione di grossi cordoni cromatici facilmente distinguibili, dai primitivi isolati, per il loro spessore. La fig. 6 dimostra che cotesta fusione, come il parallelismo, non si determina contemporaneamente in tutte le parti del magma cromatico. Due filamenti infatti intimamente saldati per un certo tratto, possono mostrarsi soltanto ravvicinati per un altro: altri filamenti intanto possono sempre decorrere isolati.

Un carattere tipico, degno d'ogni considerazione, è rappresentato dal fatto che, insieme alla tendenza all'accoppiamento, si nota nei filamenti cromatici un certo assestamento, per così dire, della loro costituzione, in virtù del quale essi vengono ad assumere un aspetto regolarmente moniliforme, mostrando di risultare d'una serie lineare di granuli cromatici, microcariosomi, se vogliamo, tenuti insieme da un substrato poco colorabile. Altro fatto notevole è questo, che i rispettivi granuli di due filamenti a parallelismo nettamente de-

finito vengono a corrispondersi a coppie (fig. 6), non solo, ma mostransi anche reciprocamente connessi da esilissime trabecole acromatiche. Effettuandosi la fusione completa, i granuli dell' uno si uniscono ai corrispondenti dell' altro, di modo che all' ultimo si perviene alla formazione di grossi cordoni moniliformi assai regolarmente costituiti.

È logica conseguenza dei processi svolgentisi nella fase in esame, che, in uno stadio molto avanzato, la cavità nucleare si presenti molto meno affollata, che non nel passato, di cordoni cromatici e che i cordoni stessi appariscano sensibilmente più grossi. Formazioni nucleolari intanto mancano in modo assoluto.

Vediamo cosa avviene in un periodo successivo.

d) Nuclei a spirema lasso (figg. 7 e 8).

La fase che prendiamo a descrivere dimostra con evidenza il risultato complessivo dei laboriosi processi svoltisi precedentemente. Essa è in massima caratterizzata dalla presenza di grossi cordoni cromatici a tragitto sinuoso, nettamente delineati, costituiti con perfetta regolarità, i quali riempiono uniformemente la cavità del nucleo (figg. 7 e 8). La membrana si mantiene poco o nulla appariscente; manca qualsiasi elemento nucleolare.

Anche quando un intero nucleo è compreso in una sola sezione riesce impossibile stabilire se lo spirema cromatico risulti costituito da un numero di segmenti distinti orientati in varie direzioni oppure da un unico e lunghissimo cordone più volte convoluto. Tanto meno è possibile risolvere il quesito quando i nuclei rimangono suddivisi in due o più sezioni, difettando allora qualsiasi sicuro elemento per appurare se le estremità libere, che spesso si osservano, siano o no dovute all'azione del taglio. È certo nondimeno che, mediante un' opportuna manovra del movimento micrometrico, tali cordoni, come è dimostrato dalle figure, si rivelano continui per lunghissimo percorso; sicchè, qualora non costituiscano uno spirema ininterotto, ma segmenti distinti, conviene riconoscere che tali segmenti siano estremamente allungati.

I cordoni, o cordone che sia, si presentano composti colla massima regolarità da una serie lineare di grossi granuli cromatici strettamente ravvicinati gli uni agli altri, tanto, che solo eccezionalmente si riscontrano, intercalati nella loro serie, tratti d' unione di sostanza acromatica. Poichè nella fase anteriore molto più distinta si manifestava la costituzione moniliforme dell' elemento cromatico, l' aspetto attuale lascia credere che una notevole retrazione sia avvenuta nel senso della lunghezza.

I granuli mostrano tutti approssimativamente la stessa forma e le stesse dimensioni; si caratterizzano inoltre per l' emissione dai loro margini laterali di brevi, esilissime e pallide propaggini acromatiche.

Il significato di cordoni così costituiti non può rimaner dubbio quando si tengano presenti le varie fasi dello stadio anteriore e quelle che gradualmente le riconettono alla caratteristica figura nucleare ora in esame. Trattasi evidentemente del portato ultimo, definitivo, di quel processo per il quale, in antecedenza (figg. 4 (*b*), 5 e 6), i filamenti cromatici mostravano una spiccata disposizione dapprima ad ordinarsi parallelamente a

due a due, poi a saldarsi nel senso della lunghezza. Esaminando infatti in un' immagine sinaptica (fig. 6) quei tratti di duplice cordone in cui totale è la fusione delle anse parallele, si riscontra in essi un aspetto d' insieme del tutto simile, vuoi per la struttura moniliform, vuoi per lo spessore, a quello dei cordoni attuali. Soltanto, dicemmo, questi mostransi contratti nel senso della lunghezza.

Del resto, nei numerosi stadî di transizione, una dualità dei cordoni, magari per brevi tratti del loro percorso, è perfettamente riconoscibile; nel periodo culminante della fase però, periodo sicuramente prolungato per un certo tempo come indica il cospicuo numero di nuclei che s'incontrano con i contrassegni che lo distinguono, qualsiasi traccia di dualità vien meno. Il che dimostra quanto mai intimo sia divenuto nel frattempo il reciproco addossamento dei cordoni accoppiati.

e) Nuclei a cromosomi bivalenti nettamente individualizzati: diacinesi iniziale (figg. 9, 10 e 11).

In un periodo alquanto più avanzato, che reputo opportuno descrivere a sè, la *facies* nucleare presentasi un poco modificata, sebbene a prima vista le differenze dallo stadio precedente non siano troppo sensibili.

Il nucleo, pur continuando a presentarsi sotto il solito aspetto caratteristicamente vescicolare, con cariolinfa del tutto omogenea e trasparente, privo di nucleolo, sembra intanto abb'a subìto un sensibile aumento di diametro; comincia inoltre di nuovo a definirsi, sebbene tenuemente, un' esile membrana nucleare. Maggiori modificazioni sembra aver subito l'elemento cromatico: non è più il caso infatti di dubitare se ci troviamo in presenza di uno spirema continuo oppure di anse nettamente individualizzate, poichè l'elemento stesso presentasi ora costituito da un numero di segmenti del tutto autonomi, che potremo senz' altro chiamare c r o m o s o m i. Adottando la designazione proposta da Haecker (28, 29) per lo stato del nucleo sessuale a crosomosi distinti corrispondente a quello di spirema segmentato dei nuclei ordinarî (« Diakinese »), indicheremo la fase in esame come d i a c i n e s i i n i z i a l e (« frühe Diakinese »).

Esistevano questi cromosomi sin dallo stadio precedente come individui autonomi, oppure rappresentano il prodotto di segmentazione trasversa di un cordone continuo? A me difettano elementi decisamente dimostrativi, tali, da forzarmi ad abbracciare l'una piuttosto che l'altra opinione; tuttavia debbo riconoscere che qualche dato sussiste, il quale permetta di ritenere molto verosimile la prima ipotesi. A parte la considerazione che un numero di autori, sia per il caso dell'oogenesi, sia per quello della spermatogenesi, sostiene un'individualizzazione dei singoli cromosomi sin dallo stadio di grosso spirema od anche da stadî precedenti, sta il fatto che i segmenti cromatici, nel periodo in esame, sembrano assoggettati ad una graduale e progressiva contrazione nel senso della loro lunghezza; il che spiegherebbe come la loro autonomia debba ora manifestarsi con molta maggiore evidenza di quanto non potesse, se già esisteva, nella fase anteriore.

L'elemento cromatico si distingue ora per un altro particolare; quello cioè di presen-

tare con la maggiore evidenza il carattere della duplicità. Esaminate infatti con opportuni ingrandimenti, le anse mostransi costituite, almeno per buona parte del loro percorso, di due filamenti moniliformi strettamente accollati: precisamente, le porzioni nodali cromatiche e le internodali acromatiche di ciascuno dei due corrispondono rispettivamente e colla massima esattezza a quelle del vicino: dai margini laterali dei nodi emergono al solito pallide e sottili propaggini. La fig. 9 dimostra all'evidenza quanto veniamo dicendo, dando a vedere, in pari tempo, che nel periodo iniziale della fase da essa rappresentato i singoli segmenti o cromosomi si presentano molto allungati e ricurvati ad ansa una o più volte su sè stessi.

Abbiamo già osservato che essi subiscono in seguito una graduale e progressiva contrazione nel senso della lunghezza. Infatti i cromosomi della fig. 10 mostransi sensibilmente più raccorciati e grossi di quelli della fig. 9. Come spiegare peraltro che, malgrado cotesta progressiva coartazione, gli internodi acromatici vengono presentandosi sempre più distinti, anzi sembrano aumentare in lunghezza, mentre durante la fase di spirema diffuso passavano del tutto, o quasi, inosservati? Evidentemente bisogna ammettere che ciascuno dei noduli cromatici attuali derivi dalla somma, dalla conglomerazione, di parecchi dei primitivi; il che permetterebbe la retrazione generale del cromosoma e insieme la comparsa d'internodi acromatici distinti. Che una tale raccolta di microcariosomi primitivi in unità d'ordine superiore debba effettivamente avvenire, è anche indicato dalla constatazione che i corpuscoli nodali subiscono un progressivo aumento di volume: si viene con ciò al risultato che i cromosomi, a mano a mano che si fanno più brevi, diventano più grossi (figg. 10 e 11). Seguitando sempre il loro accorciamento e il loro ispessimento, da ultimo essi assumono l'aspetto di grumi cromatici nei quali bene spesso non mancano traccie del primitivo dualismo. Tali grumi mostransi distribuiti colla massima regolarità nell'ambiente nucleare, in numero, a quanto sembra, costante, probabilmente 18. Poichè nelle profasi delle cinesi somatiche il conteggio dei cromosomi mi dà per risultato verosimile la cifra di 36, è lecito attribuire a cotesti grumi il valore di cromosomi bivalenti. La loro genesi, che abbiamo seguita nelle fasi illustrate in precedenza, conferma infatti pienamente questa interpretazione.

f) Risoluzione della sindesi cromosomica: nuclei diploteni (figg. 12 e 13).

Nelle fasi successive i grumi cromatici bivalenti ora descritti, dopo essere rimasti un tempo, che sembra abbastanza lungo, allo stato di contrazione, soggiacciono a processi inversi a quelli per cui si sono costituiti; ad un processo, cioè, di rapida e progressiva distensione e ad uno di risoluzione nelle unità monovalenti dalla cui somma risultano. Tali unità infatti, quasi esercitando una reciproca repulsione, vengono a separarsi l'una dall'altra pur rimanendo sempre distribuite per coppie nella cavità nucleare. Lo sdoppiamento, come dimostrano le figg. 12 e 13, non è sincrono per tutti i cromosomi e nemmeno per tutto il tragitto d'ogni singolo cromosoma bivalente. Le figure stesse danno l'impressione che, piuttosto d'uno sdoppiamento, si tratti, com'è in realtà, d'una separazione di individui cromatici dapprima intimamente connessi secondo la lunghezza.

I grumi primitivi vengono così a trasformarsi rapidamente in coppie di lunghi individui cromatici, senza regola distribuiti nel nucleo, spesso a decorso rettilineo od anche incurvato. I singoli elementi di ciascuna coppia, anzichè disposti in senso parallelo a due a due, sembrano diversamente incrociati od intrecciati [stato di strepsinema (Dixon); v. Haecker 29]. Essi presentano la solita struttura moniliforme a lunghi internodi, sempre però più irregolare, e mostrano sui loro margini laterali delle propaggini acromatiche sotto forma di sottili e pallidi filamenti intercromosomici.

Durante la loro risoluzione i cromosomi bivalenti subiscono, in confronto agli stadî anteriori, una certa regressione nella capacità di colorirsi; in pari tempo viene a formarsi nell'interno del nucleo un deposito, dapprima informe, di materiale intensamente basofilo addossato alla periferia, il quale crescendo rapidamente può assumere l'aspetto di un nucleolo sferico (fig. 12). La membrana nucleare torna di nuovo a disegnarsi con tutta evidenza.

Adottando la terminologia di Winiwarter (60), potremo distinguere questa fase come quella dei nuclei diploteni.

g) Principio del periodo di accrescimento: pseudoreticolo (figg. 14 e 15).

Raggiunto che sia lo stadio definitivo del divaricamento cromosomico con formazione di coppie le cui unità mostransi reciprocamente incrociate, contorte l'una sull'altra, disposte a formare anse più o meno allungate o figure ad 8, il nucleo oocitario subisce rapide e profonde modificazioni.

La più notevole è quella del suo ingrandimento, il quale procede di pari passo con una sensibile crescita del corpo citoplasmatico (figg. 14 e 15). I cordoni cromatici, mentre perdono molto della primitiva colorabilità, perdono anche della caratteristica autonomia che li distingueva negli stadî precedenti. Essi sono sempre distribuiti per coppie, ma emanano dai loro margini laterali un numero di connessioni più o meno sottili e più o meno colorabili, le quali rilegano fra loro, sia i due individui d'una stessa coppia, sia quelli di coppie distinte. In tal modo viene a costituirsi un sistema cromatico a primo aspetto reticolare, il quale peraltro mostra di differire notevolmente dal reticolo degli ordinarî nuclei in riposo, massime per la spiccatissima persistenza di traccie del primitivo dualismo cromosomico. Cotesto dualismo è manifestato appunto dalla duplicità delle trabecole principali, le quali poichè si presentano sotto forma di grossi cordoni molto allungati ben distinguibili dai tratti anastomotici fra loro interposti, possono identificarsi con i primitivi cromosomi persistenti allo stato di strepsinema. Adottando un termine introdotto da D'Hollander (33) per la fase corrispondente dell'oogenesi degli Uccelli, designeremo come pseudoreticolo cotesta particolare costituzione dell'elemento cromatico.

I cordoni principali perdono frattanto con rapidità quel tipico aspetto regolarmente moniliforme proprio dei cromosomi negli stadî precedenti: persiste tuttavia una loro struttura più o meno grossolanamente granulosa. Parte della cromatina sembra impiegata nella

costituzione e nell' ingrandimento di uno o più depositi di materiale basofilo, il quale non di rado mostrasi raccolto in un corpo sferoidale sotto forma di nucleolo.

Lo stadio in esame, che segna il passaggio dal periodo sinaptico a quello di accrescimento, è anche caratterizzato dal disporsi in corona attorno all' oocite un numero di piccole cellule d' origine peritoneale (fig. I (*f*) e 15): esse assumendo l' ufficio di elementi nutritori, vengono a costituire insieme all' oocite stesso un piccolo follicolo, che migra tosto, dalla zona germinativa in cui risiede, nello stroma ovarico; quivi si succedono le ulteriori fasi della crescita sino alla maturazione.

Dati i limiti che ci siamo imposti col presente studio, non è naturalmente nostro compito analizzare i fenomeni nucleari proprî di coteste fasi.

Passiamo piuttosto ad una rapida e sommaria rassegna di quanto è risultato circa i fenomeni del periodo sinaptico per gli altri Saurî sottoposti all' osservazione.

2) *Seps chalcides, Gongylus ocellatus, Lacerta agilis, L. viridis.*

Avvertimmo già in precedenza che in tutte queste specie i processi nucleari del periodo sinaptico decorrono secondo uno schema generale perfettamente identico a quello stabilito per *Anguis fragilis*. Sarebbe adunque superfluo insistere su varianti secondarie, le quali non interessano affatto, nel loro svolgimento sostanziale, l' essenza dei fenomeni.

Circa le fasi proprie di *Seps chalcides,* accennerò soltanto che esse nemmeno mostrano varianti apprezzabili da quelle illustrate per *Anguis fragilis.*

In *Gongylus ocellatus* al contrario, come ho constatato in adulti e in embrioni, esiste una differenza abbastanza notevole in quanto concerne lo stadio di sinapsi. Questa differenza riguarda esclusivamente il grado di contrazione dell' elemento cromatico. Rilevammo infatti che in *Anguis fragilis* se anche, durante la sinapsi, i filamenti mostrano una certa tendenza ad agglomerarsi, sia in una zona centrale, sia in una laterale del nucleo, in ogni caso non subiscono mai un addensamento tanto serrato da impedire una netta visione della struttura filamentosa della figura. In *Gongylus* al contrario codesto addensamento, quasi sempre polare, nell' istante più caratteristico della fase è molto pronunciato. I cordoni cromatici, addossandosi ed intrecciandosi a vicenda, si retraggono in una zona periferica del nucleo a costituire un conglomerato intensamente colorabile, da cui qualche ansa emana dirigendosi verso la cavità nucleare rimasta libera. Anche qui peraltro, sebbene difficilmente analizzabile, il grumo rivelasi costituito da un insieme di filamenti.

In *Lacerta,* tanto nella specie *agilis* quanto nella *viridis,* il grado di coartazione sinaptica è anche più spinto (v. LOYEZ 37 pag. 106, fig. 1 *syn* e Pl. III. fig. 13A). Quivi tutti i cordoni si agglomerano in un grumo, a contorno dentato, di solito centrale, lasciando completamente vuota la zona periferica del nucleo. L' addensamento è tanto compatto e così intensamente colorabile, che il più delle volte riesce vano qualsiasi tentativo di riconoscere in esso una struttura filamentosa. Che però non si tratti per nulla d' una massa omogenea, è facile persuadersi quando si seguano le fasi che determinano la sua formazione come quelle della sua risoluzione.

Circa il decorso delle altre fasi, tanto in *Gongylus*, quanto in *Lacerta*, non mi risulta che si verifichino variazioni tali de meritare d' essere segnalate.

V. Omologia delle fasi nucleari del primo periodo postgoniale nell' oogenesi dei Vertebrati e loro significato di fronte al problema della riduzione cromatica.

Nel mio lavoro sull' oogenesi dei Celenterati (54) ebbi occasione di riassumere, a pagine 616-618, le conclusioni dei varî autori circa il decorso dei fenomeni del primo periodo postgoniale nell' oogenesi dei Vertebrati e di tracciare in brevi schemi le seriazioni proposte per i rappresentanti delle diverse classi. Precisamente m' intrattenni sulle seriazioni formulate per *Pristiurus* o *Scyllium*, fra i Selacî, da Maréchal (38), per *Trigla* e *Gasterosteus*, fra i Teleostei, dallo stesso Maréchal (39), per *Salamandrina* e *Geotriton*, fra gli Anfibî, da Levi (36), per i Saurî, fra i Rettili, dalla Loyez (37), per gli Uccelli da d'Hollander (33), per i Mammiferi infine da Winiwarter (60). Rilevai nello stesso tempo che cotesti risultati, sebbene si riferissero a specie molto diverse, concordavano perfettamente nelle loro linee principali e specialmente nel riconoscere che la sinapsi porti alla costituzione di grossi cromosomi, i quali non tardano a mostrare traccie di duplicità. Ora aggiungerò che anche i lavori pubblicati nel frattempo da Maréchal (40) e Cerruti (15) sull' ovogenesi dei Selacî vengono sempre più ad avvalorare la tesi che, per lo meno nei Vertebrati, astraendo da varianti secondarie, i fenomeni in questione decorrano in ogni caso secondo uno schema uniforme e costante. Sempre in appoggio di cotesta tesi vengono ora ad aggiungersi le attuali mie osservazioni sull' oogenesi dei Saurî.

Volendo esporre in breve il quadro complessivo delle varie fasi secondo il decorso che a me è sembrato più probabile per i Saurî e che tutto lascia ritenere estensibile anche ai restanti Vertebrati, possiamo formularlo come segue:

a) Nell' oogenesi dei Saurî il periodo sinaptico parte da una fase di riposo in genere molto prolungata, immediatamente successiva all' ultima cinesi goniale (nuclei protobrochi *b* di Winiwarter).

b) L' attività nucleare s' inizia con una condensazione dell' elemento cromatico, il quale per gradi, dal primitivo reticolo, viene ad organizzarsi in un numero di sottili filamenti autonomi, molto allungati e distribuiti uniformemente su tutta la cavità nucleare (nuclei deutobrochi e leptoteni di Winiwarter).

c) Cotesti sottili filamenti nel mentre si agglomerano più o meno addensati presso il centro od un polo del nucleo (sinapsi), mostrano una particolare tendenza ad accoppiarsi parallelamente a due a due dapprima, poi a saldarsi in senso longitudinale sempre a due a due (nuclei sinapteni di Winiwarter).

d) Si costituisce così nell' interno della cavità nucleare un sistema di grossi cor-

doni cromatici uniformemente distribuiti, risultanti dall'accoppiamento dei primitivi cordoni sottili (nuclei pachiteni di WINIWARTER).

e) In una fase successiva i grossi cordoni, subendo una notevole contrazione nel senso della lunghezza, vengono a disegnarsi del tutto isolati l'uno dall'altro (diacinesi iniziale di HAECKER), in un numero corrispondente alla metà del numero somatico dei cromosomi: tale constatazione, conformemente del resto a quanto dimostra anche il loro modo d'origine, permette di considerare ciascuno dei grossi cordoni come un insieme di due cromosomi somatici uniti per la lunghezza; vale a dire come cromosomi bivalenti.

f) Dopo un periodo di stretta adesione, gli individui accoppiati di ciascun cordone bivalente, quasi esercitando una reciproca repulsione, si separano l'uno dall'altro, pur rimanendo sempre ravvicinati od anche saldati per una od ambedue le estremità (nuclei diploteni di WINIWARTER).

g) La fine del periodo sinaptico e insieme il principio di quello di crescita sono segnati dalla costituzione, nel nucleo, d'un pseudoreticolo in seguito alla formazione di propaggini anastomotiche intercromosomiche: le trabecole principali dello stroma però, che di certo corrispondono ai cromosomi bivalenti, continuano a mantenere evidentissime traccie del primitivo dualismo (pseudoreticolo di D'HOLLANDER).

Riportando precedentemente lo schema dell'evoluzione nucleare del periodo sinaptico attribuito dalla LOYEZ all'oogenesi dei Saurî, ho tralasciato, appunto perchè mi riserbavo di trattarne ora, di rilevare l'assoluta divergenza delle osservazioni dell'A. dalle mie sopra un dato d'interesse fondamentale per l'interpretazione da applicarsi ai fenomeni. Dopo una rapida descrizione delle varie fasi secondo la seriazione riferita, la LOYEZ tiene a notare di non avere mai constatato la dualità del grosso cordone cromatico postsinaptico segnalata da un certo numero d'autori sopra diversi soggetti. Ora io debbo invece confermare quanto venne da me descritto e raffigurato, che, cioè, non solo un dualismo dei grossi cordoni, usando opportuni ingrandimenti, è assai bene percettibile, ma che anche evidentissima è la tendenza all'accoppiamento da parte dei sottili filamenti presinaptici.

In conclusione, lo studio analitico delle singole figure secondo il loro succedersi porta alla convinzione, che l'attività nucleare del periodo sinaptico consista essenzialmente in una reciproca ricerca dei cromosomi monovalenti a due a due, in un loro intimo saldamento temporaneo a coppie secondo la lunghezza ed in una successiva rottura di tale saldamento, senza che questa per altro implichi una totale e definitiva separazione degli individui di ciascuna coppia.

Esaminiamo ora la portata di questi risultati di fronte al problema generale della riduzione cromatica.

Nel mio recente lavoro altra volta menzionato (55), ho avuto campo di dimostrare ampiamente come dai più si tenda oggi ad ammettere che la maturazione dei prodotti sessuali maschili e femminili d'ogni forma organizzata, sia animale, sia vegetale, decorra secondo un processo distinto da KORSCHELT-HEIDER (35) come pseudomitotico. Stando

alle condizioni volute da questo processo, la riduzione cromatica si effettuerebbe non, come si credette altra volta, per una degenerazione od espulsione di metà dei cromosomi in un periodo anteriore a quello di maturazione, ma in seguito ad una separazione di cromosomi interi mediante una delle cinesi maturative (l. c., pagg. 23-26). In altri termini tutti i cromosomi parteciperebbero alla fase iniziale della maturazione: peraltro il loro numero apparirebbe di già ridotto, per ritrovarsi gli stessi accoppiati a due a due in unità bivalenti, le così dette tetradi. Il processo da cui deriverebbe la costituzione di coteste unità bivalenti o tetradi venne indicato come pseudoriduzione (l. c., Cap. V e VI) e consisterebbe in massima in un accoppiamento dei cromosomi somatici a due a due (sindesi di HAECKER, 29), avanti il periodo maturativo. Circa l'epoca secondo cui si effettuerebbe la pseudoriduzione, i più tendono ad ammettere che questa si compia al principio del periodo gonocitario, avvenuta che sia l'ultima divisione goniale; in quel periodo, cioè, che è stato oggetto del presente studio: si ritiene anzi che le caratteristiche figure di tal periodo siano un derivato della reciproca ricerca dei cromosomi a due a due e del loro successivo accoppiamento. Questo accoppiamento, forse coincidente con la fase di sinapsi, secondo alcuni si realizzerebbe mediante un'unione dei cromosomi monovalenti a due a due per le estremità (metasindesi di HAECKER), secondo altri mediante un loro accollamento longitudinale (parasindesi di HAECKER).

Cosa ci insegnano i risultati delle presenti ricerche circa l'attendibilità o meno delle vedute ora esposte?

Naturalmente la limitata estensione di queste ricerche non può permetterci altro che controllare se effettivamente durante il periodo sinaptico si compia un processo di pseudoriduzione, e, in caso affermativo, il modo come esso si compia. Apparisce troppo evidente ora, dopo quanto è stato ampiamente esposto in precedenza, come l'intera serie dei fenomeni studiati confermi senza restrizioni il principio che nell'oogenesi dei Saurî, durante il periodo interposto tra il riposo postgoniale e l'inizio della crescita, abbia luogo una complessa manova nucleare pseudoriduttiva, di cui il risultato finale è l'accoppiamento degli n cromosomi ordinarî in un numero ridotto ($n/2$) di cromosomi bivalenti.

Abbiamo veduto infatti che dalla figura sinaptica emergono dei grossi cromosomi in numero ridotto e che tutto lascia credere essere tali cromosomi bivalenti, vuoi lo stesso loro numero ridotto, vuoi il modo di loro genesi seguìto passo passo durante le fasi presinaptiche e sinaptiche, vuoi infine il dualismo evidente che essi manifestano anche dopo formati. Abbiamo inoltre constatato che i costituenti di ciascuno di cotesti duplici cromosomi, i due cromosomi somatici cioè, al principio del periodo di crescita, sebbene non strettamente connessi come nelle fasi anteriori, rimangono ravvicinati e variamente contorti l'uno sull'altro (stadio strepsinema di DIXON: v. HAECKER 29). Ora non sarà superfluo aggiungere che anche durante l'intero periodo di accrescimento, dalla diacinesi iniziale alla terminale, i cromosomi rinvengonsi distribuiti nella vescicola germinativa sotto forma di coppie in numero $n/2$. La stessa LOYEZ, pur non avendo notato un dualismo cromosomico postsinaptico, riconosce

che, nei varii stadî della crescita, la vescicola germinativa contiene dei filamenti cromatici ritorti l'uno sull'altro a due a due in modo da formare delle serie di anelli o di figure rombiche: rimane peraltro incerta se si tratti di cromosomi distinti o di un medesimo cromosoma ripiegato nel suo tratto mediano. A noi, che abbiamo seguìto la genesi di cotesti duplici cromosomi, non può rimanere dubbio che essi debbono identificarsi con i cromosomi bivalenti postsinaptici. Non vogliamo del resto con ciò escludere che molto spesso si presentino sotto l'aspetto di un unico e lungo cromosoma ripiegato su sè stesso, essendo noto, per osservazioni di altri autori, che i cromosomi accoppiati, dopo la risoluzione della loro sindesi, possono rimanere lungo tempo saldati per una od ambedue le estremità. Si può credere infine, sebbene su questo punto ci manchino osservazioni dirette, che da ciascuna coppia cromosomica si origini una delle tetradi della prima profase maturativa.

Circa la questione in qual modo avvenga la pseudoriduzione, se in seguito ad un saldamento dei cromosomi somatici a due a due per le estremità oppure ad un loro accollamento longitudinale, le osservazioni riferite depongono decisamente in favore della seconda maniera. Vedemmo infatti che, durante le fasi presinapsiche, i filamenti cromatici si distinguono per la loro tendenza a disporsi parallelamente a due a due, che, nella sinapsi, tale parallelismo si traduce in uno stretto accollamento longitudinale dei filamenti stessi, che infine, nella postsinapsi, ciascun cordone mostrasi costituito di due filamenti saldati nel senso della lunghezza.

Dati ora questi risultati, torna opportuno rilevare come i medesimi riescano completamente favorevoli alla così detta «Junktionstheorie» da molti autori sostenuta circa il decorso dei fenomeni cromatici della gonogenesi. Secondo la quale teoria (Haecker 29, pag. 84) la pseudoriduzione si opererebbe appunto per una giustapposizione (parasindesi sinaptica) di cromosomi ordinarî a due a due: dopo una mescolanza completa ma transitoria, tali cromosomi, nella diacinesi iniziale, si separerebbero nuovamente, rimanendo peraltro sempre accoppiati allo stato di strepsinema, per originare poi, nella diacinesi terminale, le note figure cromatiche, le tetradi, partecipanti alla prima profase maturativa.

Alla « Junktionstheorie » altri autori oppongono una « Faltungstheorie », secondo la quale (Haecker 29, pag. 83) nella sinapsi avrebbe luogo un temporaneo saldamento delle metà longitudinali d'un unico filamento primitivo sdoppiato e nella diacinesi si manifesterebbe di nuovo lo sdoppiamento, rendendosi liberi in pari tempo un numero ridotto di cromosomi bivalenti dovuti ad una metasindesi, ossia ad una unione, per le estremità, di cromosomi ordinarî a due a due. Conseguentemente i singoli individui che costituiscono le coppie del periodo diacinetico, anzichè rappresentare come vuole la « Junktionstheorie », cromosomi ordinarî, avrebbero il valore di metà longitudinali di cromosomi bivalenti.

Ora gioverà anche porre in rilievo che dal complesso delle mie osservazioni nessun dato si detrae che venga in sostegno di questa seconda teoria: chè anzi alcune considerazioni mi inducono a ritenerla ben poco probabile. Se infatti l'ele-

mento cromatico presinaptico rappresentasse un filamento sdoppiato in senso longitudinale, dovrebbe già nei primi stadî di sottile cordone mostrare traccie di dualismo: il che non è. Accettando inoltre tale tesi, bisognerebbe anche ammettere che i sottili filamenti si differenzino dallo stroma cromatico di riposo postgoniale allo stato di metà longitudiuali di cromosomi; ma non vedo ragione per riconoscere ciò come probabile. D'altra parte, seguendo la « Faltungstheorie », non si riesce a comprendere perchè cromosomi sdoppiati nella presinapsi dovrebbero ricostituirsi nella sinapsi e nuovamente sdoppiarsi nella postsinapsi. La « Junktionstheorie » al contrario permette di attribuire un profondo significato all'intima fusione sinaptica degli elementi cromatici, i quali non rappresenterebbero metà longitudinali d'uno stesso cromosoma, ma cromosomi interi, individui a sè, forse sostanzialmente e funzionalmente diversi. È noto infatti (v. TRINCI 55, pagg. 27-29) come oggi si tenda a riconoscere nella sindesi un vero processo di coniugazione, paragonabile alla coniugazione degli unicellulari, fra individui cromatici omologhi, l'uno d'origine paterna, l'altra d'origine materna. Tale coniugazione, secondo dimostrerebbero alcuni dati messi in luce dagli SCHREINER (52), confermando anche in ciò la « Junktionstheorie », sembra debba necessariamente avvenir sempre per parasindesi (v. TRINCI 55, pagg. 44-48).

Le presenti ricerche, essendo limitate al solo periodo oocitario, non possono fornire elementi per risolvere il quesito della derivazione paterna e materna dei cromosomi che si accoppiano nè quello più generico d'una gonomeria nucleare, ma si adattano perfettamente alla nozione di una copula con reciproco scambio di materiali fra i copulanti. Esse dimostrano infatti che, durante lo stadio immediatamente successivo alla sinapsi, quello stadio che abbiamo chiamato di spirema lasso, l'adesione dei cromosomi accoppiati mostrasi quanto mai intima, tanto, che presentandosi essi come grossi cordoni omogenei, temporaneamente scompare qualsiasi traccia della loro dualità. Ciò permette di credere che in quel determinato momento la fusione sostanziale dei copulanti sia completa e di presupporre che a tale fusione corrisponda uno scambio di materiali fra i copulanti stessi. È soltanto dopo un periodo abbastanza lungo di assoluta mescolanza che la copula si esaurisce: allora i singoli cromosomi riprendono, per così dire, la loro individualità e si distaccano l'uno dall'altro pur rimanendo distribuiti in coppie.

Le osservazioni compiute insegnano inoltre che l'unione dei cromosomi avviene in modo da permettere ai rispettivi granuli cromatici, dalla cui serie lineare essi risultano costituiti, di corrispondersi dapprima e, in seguito, di fondersi a due a due. Ciò suona completa conferma della nozione introdotta dagli SCHREINER (52), che la coniugazione parallela, piuttosto di una copula fra cromosomi come individui interi, rappresenti una copula fra corpuscoli elementari od unità cromatiche omologhe (*); concetto questo che, mentre esclude la possibilità di una

(*) Come ho già avuto occasione di rilevare (TRINCI 55, pagg. 68-69, in nota), i fatti in esame, indipendentemente dal qualsiasi valore, positivo o negativo, che vogliasi attribuire alla cromatina in genere ed ai microcariosomi in specie come veicolo delle trasmissioni ereditarie, per lo meno dimostrano che, se la sindesi equivale ad una copula, questa si effettua tra determinati territorî cromosomici.

coniugazione cromosomica per le estremità (metasindesi) sostenuta da molti autori, avvalora il significato di vera copula od anfimissi attribuito all'unione dei cromosomi e chiarisce come sia realizzabile una trasmissione dei caratteri atavici attraverso una lunga serie di generazioni, malgrado l'eliminazione di cromosomi interi per opera della cinesi riduzionale nella maturazione pseudomitotica (TRINCI 55, pagg. 46-47). Naturalmente l'attendibilità di tali deduzioni è subordinata alla maggiore o minore attendibilità di varie dottrine: quella della localizzazione dell'idioplasma nei cromosomi, quella dell'individualità dei cromosomi stessi e quella infine della autonomia nucleare dei cromosomi paterni e materni (TRINCI l. c.). Non è qui il caso di affrontare una discussione in proposito, tanto più che, dati i limiti delle presenti ricerche, non potrebbero certo fornirsi all'uopo argomenti risolutivi: ammesso anche però, come vogliono alcuni autori odierni, specialmente FICK (21, 22), che tali dottrine siano da rigettarsi, i fatti rimangono sempre, nè può disconoscersi che essi debbano avere, per quanto non precisabile, un qualche significato, senza dubbio in rapporto col significato generale della riduzione cromatica.

I risultati ottenuti permettono anche di pronunciare un giudizio sulla dibattuta questione se la fase di sinapsi rappresenti uno stato naturale od artificiale del nucleo (vedi HAECKER 29, pagg. 79-82 e TRINCI 55, pagg. 31-33). Alcuni autori ritengono che la contrazione dell'elemento cromatico, caratteristica in questa fase, dipenda da una reciproca ricerca e da una speciale orientazione dei cromosomi destinati a copularsi; altri invece che si tratti d'un fenomeno di nessuna importanza per l'evoluzione dei prodotti sessuali perchè determinato dall'azione dei reagenti o da speciali condizioni patologiche. Non occorre dire che il nostro modo di vedere rifugge completamente da questa seconda opinione, inquantochè è accertato che effettivamente la sinapsi è una fase durante la quale si svolgono processi della massima importanza, come la preparazione e l'attuazione della sindesi cromosomica. In quanto al grado di coartazione cromatica, ci risulta che la medesima dipende da singole condizioni individuali; ma in ogni caso la coartazione è naturale, sia essa poco, sia molto pronunciata. Usando infatti identici trattamenti microtecnici, si è ottenuta costantemente una coartazione quasi trascurabile in alcune forme (*Anguis*, *Seps*), più accentuata in altre (*Gongylus*), in altre infine spiccatissima (*Lacerta*).

Alla recente ipotesi, da me altra volta discussa (TRINCI 55), dell'esistenza di un tipo fondamentale di maturazione comune a tutte le forme organizzate, le presenti ricerche riescono favorevoli. Già precedentemente esse mi hanno fornito opportunità per constatare tutta la verosimiglianza d'un'omologia fra le fasi nucleari del primo periodo postgoniale nell'oogenesi dei Vertebrati. Stando alle dimostrazioni di molti autori (l. c., pagg. 34 e 49-51), tale omologia possiamo ora estenderla anche all'oogenesi e spermatogenesi delle più disparate forme animali non che alla sporogenesi vegetale: in molteplici casi infatti, conformemente ai nostri risultati, venne osservata una pseudoriduzione per parasindesi cromosomica. Ciò permette di presupporre, e in parecchie circostanze fu dimostrato, che anche le successive fasi del processo riduttivo, di cui la pseudoriduzione rappresenta un atto preparatorio, procedano uniformandosi ad una legge comune: questa legge, secondo la

tesi validamente sostenuta da GRÉGOIRE (25, 26), da MONTGOMERY (44) e dagli SCHREINER (51, 52), regolerebbe tutte le forme di gonogenesi e porterebbe al risultato costante di una maturazione pseudomitotica preriduzionale. In particolare le mie osservazioni si adattano perfettamente allo schema *Tomopteris*, presentato dagli SCHREINER (51) come « Grundtypus » della maturazione cromatica nei due regni.

VI. Conclusioni.

Ecco, in breve, i principali risultati emersi dalle presenti ricerche:

1) Nelle femmine adulte dei Saurî i fenomeni nucleari iniziali del periodo oocitario si svolgono esclusivamente entro le zone germinative ovariche.

2) Tali zone sono formate da due categorie di elementi: somatici e germinali. I primi, soltanto devoluti alla costituzione della granulosa dei follicoli ovarici, provengono da una differenziazione e successiva immigrazione, nelle zone, di cellule dell'epitelio peritoneale: i secondi, destinati alla produzione di elementi sessuali maturi, con tutta probabilità si differenziano in un periodo molto precoce dello sviluppo embrionale indipendentemente dal materiale somatico e giungono secondariamente, per immigrazione, nelle zone, luogo di loro temporanea residenza sino al principio del periodo di crescita.

3) Negli adulti gli elementi germinali delle zone hanno raggiunto nella grandissima maggioranza, se non nella totalità, lo stato di oocite I.

4) Tali oociti rinvengonsi in tutte le fasi d'un complesso rimaneggiamento nucleare, il cui stadio risolutivo coincide con quello iniziale del periodo di crescita.

5) I fenomeni in parola portano essenzialmente alla costituzione di un numero ridotto ($n/2$) di cromosomi bivalenti (n essendo il numero normale): essi menano perciò ad una pseudoriduzione di certo preparatoria alla riduzione effettiva da compiersi nel periodo di maturazione.

6) La formazione di cromosomi bivalenti si opera durante la sinapsi per accollamento longitudinale di individui monovalenti a due a due (parasindesi sinaptica).

7) Le figure sinaptiche risultano essere perfettamente naturali: il grado di contrazione dell'elemento cromatico non è un portato dei processi tecnici, ma di peculiari condizioni individuali della sostanza nucleare, variabili nei diversi soggetti.

8) Nella fase immediatamente postsinaptica i cromosomi accoppiati si presentano del tutto fusi nel senso della lunghezza, di modo che rimane impossibile ravvisarli individualmente: tale intima connessione depone in favore dell'ipotesi che nel frattempo si compia un vero processo di coniugazione o anfimissi fra cromosomi paterni e materni, con reciproco scambio di materiali ereditarî. L'attendibilità di tale ipotesi e delle conseguenze teoriche che se ne possono detrarre, rimane per altro subordinata alla maggiore o minore attendibilità di alcune dottrine generali (localizzazione dell'idioplasma nei cromosomi, individualità cromosomica e autonomia nucleare dei cromosomi paterni e materni).

9) Poichè la sindesi avviene in modo da permettere una regolare corrispondenza a

due a due fra i rispettivi granuli dalla cui serie lineare risultano costituiti gl' individui delle singole coppie, essa deve considerarsi come un processo effettuantesi, piuttosto che fra cromosomi interi, fra territorî cromosomici, ciascuno rappresentato da un corpuscolo elementare od unità cromatica.

10) Il termine della sindesi ha luogo dopo una durata della stessa abbastanza lunga, quando, nella diacinesi iniziale, gli $n/2$ duplici cromosomi emersi dalla sinapsi si dissociano nei loro costituenti.

11) La risoluzione diacinetica della sindesi non implica una separazione totale dei cromosomi accoppiati: essi mantengonsi vicini e diversamente contorti l' uno sull' altro allo stato di strepsinema durante l' intero periodo di crescita.

12) Sebbene ci manchino in proposito constatazioni dirette, è presumibile che ciascuna coppia cromosomica dia origine ad una delle tetradi della prima profase maturativa.

13) Le osservazioni compiute dimostrano sempre più fondata un'omologia delle fasi nucleari del primo periodo postgoniale nell'oogenesi dei Vertebrati non solo, ma risultano anche favorevoli alla « Junktionstheorie » ed alla tesi della esistenza di uno schema unico e fondamentale di maturazione pseudomitotica per i due regni: in particolare si adattano perfettamente allo schema *Tomopteris*, siccome tale presentato dagli SCHREINER.

Dal Laboratorio di Anatomia comparata
della R. Università di Bologna, Maggio 1908.

BIBLIOGRAFIA

1) Allen B. M. — The Origin of the Sex-Cells of *Chrysemys. Anat. Anz., Bd. 29, 1906.*

2) id. — An important Period in the History of the Sex-Cells of *Rana pipiens. Anat. Anz., Bd. 31, 1907.*

3) Arnold A. F. — Beiträge zur Kenntnis des Reptilien-Ovariums. *Waldshut, 1892.*

4) Balfour F. M. — On the Structure and Development of the Vertebrate Ovary. *Quart. Journ. micr. Sc., N. S., Vol. 18, 1878.*

5) id. — A Treatise on comparative Embryology. Vol. I. *London, 1880.*

6) Beard J. — The Morphological Continuity of the Germ-Cells in *Raja batis. Anat. Anz., Bd. 18, 1900.*

7) id. — The Germ-Cells of *Pristiurus. Anat. Anz., Bd. 21, 1902.*

8) id. — The Germ-Cells. Part. I. *Raja batis. Zool. Jahrb., Abt. Anat. u. Ont., Bd. 16, 1902.*

9) id. — The Germ-Cells. *Journ. of Anat. and Physiol , 1904.*

10) Bouin M. — Histogénèse de la glande génitale femelle chez *Rana temporaria. Arch. de Biolog.,* T. *17, 1900.*

11) Boveri Th. — Ueber Differenzierung der Zellkerne während der Furchung des Eies von *Ascaris meg. Anat. Anz., Bd. 2, 1887.*

12) id. — Befruchtung. *Merkel und Bonnet' s Ergebnis., Bd. 1, 1892.*

13) id. — Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns. *Jena, 1904.*

14) Braun M. Das Urogenitalsystem der einheimischen Reptilien entwicklungsgeschichtlich un anatomisch bearbaitet. *Arb. a. d. zool.-zoot. Institut Würzburg, Bd. 4, 1877-78.*

15) Cerruti A. — Sull' evoluzione dell' uovo ovarico nei Selacii. *Atti R. Accad. Sc. fis.-mat. Napoli, Vol. 13, Ser. 2ª, N.° 3, 1906.*

16) DUSTIN A. P. — L'origine des gonocytes chez l'Amphibiens. *C. R. Assoc. Anat., 9e Réun. Lille, 1907.*

17) id. — Recherches sur l'origine des gonocytes chez l'Amphibiens. *Arch. de Biol., T. 23. 1907.*

18) EIGENMANN C. H. — On the Precocious Segregation of the Sex-Cells in *Cymatogaster aggregatus. Jour. of Morph., Vol. 5, 1892.*

19) id. — Sex-Differentiation in the Viviparous Teleost *Cymatogaster. Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 4, 1896.*

20) FEDOROW V. — Ueber die Wanderung der Genitalzellen bei *Salmo fario. Anat. Anz., Bd. 31, 1907.*

21) FICK R. — Betrachtungen über die Chromosomen, ihre Individualität, Reduction und Vererbung. *Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., Suppl.-Bd., 1905.*

22) id. — Vererbungsfragen, Reduktions- und Chromosomenhypothesen, Bastardregeln *Ergebnis. Anat. u. Entw., Bd. 16, 1907*

23) GASPARRO E. — Osservazioni sull'origine delle cellule sessuali nel *Gongylus ocellatus. Monit. Zool. It., Anno 19, 1908.*

24) GIANNELLI L. — Uova primordiali aberranti in embrioni di *Seps chalcides* a sesso differenziato. *Monit. Zool. It., Anno 17, 1906.*

25) GRÉGOIRE V. — La réduction numérique des chromosomes et les cinèses de maturation. *La Cellule, T. 21, 1904.*

26) id. — Les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans les deux règnes. *La Cellule, T. 22, 1905.*

27) HAECKER V. — Die Keimbahnen von *Cyclops. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 49, 1897.*

28) id. — Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen. *Biol. Centralbl., Bd 17, 1897.*

29) id. — Die Chromosomen als angenommene Vererbungsträger. *Ergebnis. u. Fortschr. d. Zool., Bd. 1, 1907.*

30) HERTWIG O. — Die Chaetognaten. *Jena. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 14, 1880.*

31) HOFFMANN C. K. — Zur Entw.-Geschichte der Urogenitalorgane bei den Reptilien. *Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 48, 1889.*

32) id. — Étude sur le développement de l'appareil uro-genital des oiseaux. *Verh. k. Akad. Wetensch. Amsterdam, 2e Sect., 1D. 1892.*

33) HOLLANDER Dr F. — Recherches sur l'oogénèse et sur la structure et la signification du noyau vitellin de Balbiani chez l'oiseaux. *Arch. d'Anat. micr., T. 7, 1904.*

34) Janssens F. A. — Das Chromatische Element während der Entwicklung des Ovocyts von *Triton. Anat. Anz., Bd. 24, 1904.*

35) Korschelt E. und Heider K. — Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Allgemeiner Theil. VI Cap.: Eireifung, Samenreifung und Befruchtung. *Jena, 1903.*

36) Levi G. — Sulla differenziazione del gonocita e dell' ovocita degli Anfibî con speciale riguardo alle modificazioni della vescicola germinativa. *Arch. di Anat. e di Embr., Vol. 4, 1905.*

37) Loyez M. — Recherches sur le développement ovarien des oeufs méroblastiques à vitellus nutritif abondant. *Arch. d'Anat. micr., T. 8, 1905-06.*

38) Maréchal J. — Ueber die morphologische Entwickelung der Chromosomen im Keimbläschen des Selachiereies. *Anat. Anz., Bd. 25, 1904.*

39 id. — Ueber die morphologische Eutwickelung der Chromosomen im Teleostierei. *Anat. Anz., Bd. 26, 1905.*

40) id. – Sur l' ovogénèse des Selaciens et de quelques autres Chordates. *La Cellule, T. 24, 1907.*

41) McClung C. E. — The chromosome complex in Orthoptera spermatocytes. *Biol. Bull., Vol. 9, 1905.*

42) Mihalk vics Von G. V. — Untersuchungen über die Entwickelung des Harn- und Geschlechtsapparates der Amnioten. III. Die Geschlechtsdrüsen *Intern. Monatschr. Anat. u. Histol., Bd. 2, 1885.*

43) Mingazzini P. — Corpi lutei veri e falsi dei Rettili. *Ricerche Laborat. Anat. Univers. Roma, Vol. 3, 1893.*

44) Montgomery Th. H. — The Spermatogenesis of *Syrbula* and *Lycosa*, with General Considerations upon Chromosome Reduction and the Heterochromosomes. *Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia, Vol. 57, 1905.*

45) Nussbaum M. — Zur Differenzierung des Geschlechts im Thierreich. *Arch. f. mikr. Anat., Bd. 18, 1880.*

46) id. — Zur Entwickelung des Geschlechts beim Huhn. *Verh. anat. Gesellsch., 15 Vers. 1901.*

47) Rabl C. — Ueber die Entwicklung des Urogenitalsystems der Selachier. *Morph. Jahrb., Bd. 24, 1896.*

48) Rubaschkin W. — Ueber das erste Auftreten und Migration der Keimzellen bei Vögelembryonen. *Anat. Hefte, H. 105 (35 Bd., H. 1), 1907.*

49) Rubaschkin W. — Zur Frage von der Enstehung der Keimzellen bei Saügetierembryonen. *Anat. Anz., Bd. 32, 1908.*

50) Schreiner A. und. K. E. — Ueber die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von *Myxine glutinosa.* I-II. *Arch. de Biol., T. 21, 1905.*

51) id. — Neue Studien über die Chromatinreifung der Geschlechtszellen. I. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Tomopteris onisciformis*, Eschscholtz. *Arch. de Biol., T. 22, 1905.*

52) id. — Neue Studien etc. II. Die Reifung der männlichen Geschlechtszellen von *Salamandra maculosa* (Laur.), *Spinax niger* (Bonap.) und *Myxine glutinosa* (L.). *Arch. de Biol., T. 22, 1906.*

53) Trinci G. — Osservazioni sui follicoli ovarici dei Rettili e di altri Vertebrati, con speciale riguardo alla struttura e funzione della granulosa. *Arch. di Anat e di Embr., Vol. 4, 1905.*

54) id. — Studii sull' oocite dei Celenterati durante il periodo di crescita. *Arch. di Anat. e di Embr., Vol. 5, 1906.*

55) id. — L' evoluzione storica del problema della riduzione cromatica in rapporto all' attuale ipotesi dell' esistenza d' un tipo unico e fondamentale di maturazione nei due regni. *Arch. di Anat. e di Embr., Vol. 7, 1908.*

56) Waldeyer W. — Eierstock und Ei. *Leipzig, 1870.*

57) id. — Die Geschlechtszellen. *Handbuch d. vergl. u. exper. Enkwick. d. Wirbelt. herausg. von O. Hertwig, Jena, 1901-1903.*

58) Wheeler W. M. — The Development of the Uro-genital Organs of the Lamprey. *Zool. Jahrb., Anat. Abt., Bd. 13, 1899.*

59) Wijhe Van F. W. — Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwicklung des Excretionsystems bei den Selachiern. *Arch. f. mikr. Anat., Bd. 33, 1889.*

60) Winiwarter Von H. — Recherches sur l' ovogénèse et l' organogénèse de l' ovaire des Mammiferes. (Lapin et Homme). *Arch. de Biol., T. 17, 1900.*

61) Woods F. A. — The Origin and Migration of the Germ-Cells in *Acanthias. Amer. Journ. of. Anat., Vol. 1, 1902.*

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

N. B. — Tutte le figure sono state tratte da ovarî di *Anguis fragilis* e disegnate mediante la camera chiara Abbe-Zeiss. Fissazione: sublimato acetico. Colorazione: emallume ed eosina. Ingrandimento: fig. 1 diam. 418, figg. 2-15 diam. 2660.

Fig. 1 — Sezione trasversa di una zona germinativa ovarica. *zg*, zona germinativa; *sco*, stroma connettivale della parete ovarica; *cl*, cavità linfatica del sacco ovarico; *sc*, superficie celomica della zona germinativa rivestita da cellule dell' epitelio peritoneale (nuclei piccoli, ovali od allungati, intensamente coloriti).

Nell' interno della zona notansi cellule di due tipi: le une, a nucleo voluminoso, rotondeggiante e vescicolare, rappresentano gli elementi sessuali; le altre, a nucleo piccolo, affusato od ovale, intensamente colorabile, rappressentano gli elementi somatici. Queste ultime provengono dall' epitelio peritoneale e sono destinate a formare l' apparato nutritore degli oociti in crescita. In *f* esse veggonsi appunto ordinate a costituire una granulosa primitiva intorno ad un oocite, il quale trovasi all' inizio del periodo di accrescimento. Gli altri elementi sessuali si presentano o allo stato di riposo (quelli con nucleo opaco) o in diverse fasi del periodo sinaptico (quelli con nucleo chiaro).

Fig. 2 — *ns*, nucleo sessuale in riposo; *np*, nuclei di cellule provenienti dall' epitelio peritoneale.

Fig. 3 — Organizzazione dell' elemento cromatico in sottili cordoni. Lo stadio è alquanto più avanzato di quello rappresentato in *a* nella fig. 4.

Fig. 4 - *a*, stadio iniziale dell' organizzazione dell' elemento cromatico in sottili cordoni. *b*, sinapsi: i sottili cordoni mostransi sensibilmente agglomerati ad un polo

del nucleo con tendenza a disporsi parallelamente a due a due per poi accoppiarsi (parasindesi sinaptica). *np*, nucleo proveniente dall' epitelio peritoneale.

Fig. 5 — Sinapsi con retrazione polare dell' elemento cromatico molto accentuata. Tal forma di sinapsi è rara in *Anguis*. Notare il parallelismo manifesto di alcuni dei sottili cordoni.

Fig. 6 — Sinapsi poco addensata. Parte dei cordoni sono ancora isolati, parte accoppiati, parte fusi longitudinalmente a due a due. È manifesta la struttura moniliforme dei cordoni e la perfetta corrispondenza delle parti nodali ed internodali dei cordoni stessi nell' accoppiamento.

Fig. 7 — Spirema lasso determinato dal saldamento longitudinale a due a due dei primitivi sottili cordoni. Notare la struttura moniliforme dei grossi cordoni. Essendo completa la fusione degli elementi accoppiati, non è percettibile un dualismo dei cordoni medesimi.

Fig. 8 — Spirema lasso come nella fig. 7.

Fig. 9 — Nucleo in cui comincia a manifestarsi l' individualizzazione dei cromosomi bivalenti postsinaptici (diacinesi iniziale). Evidente la duplicità dei grossi cromosomi e la reciproca corrispondenza delle porzioni nodali ed internodali degli individui accoppiati.

Fig. 10 — Contrazione dei cromosomi bivalenti. Essi aumentano in spessore e diminuiscono in lunghezza. I corpuscoli nodali, alquanto più grossi che negli stadî precedenti, derivano probabilmente, ciascuno, dalla somma di più nodi vicini. Duplicità manifesta.

Fig. 11 — Fase anche più avanzata della contrazione cromosomica. Duplicità sempre evidente. Il computo dei cromosomi in questo stadio od anche in stadî di maggiore contrazione, dà come molto verosimile la cifra ridotta di 18, essendo probabilmente 36 il numero dei cromosomi somatici.

Fig. 12 — Nucleo diploteno. Dopo essersi effettuato un rapido distendimento dei cromosomi bivalenti, s' inizia la risoluzione della sindesi, vale a dire la separazione delle unità saldate longitudinalmente. Gli individui monovalenti rimangono però distribuiti in coppie nella cavità nucleare (inizio dello stato di strepsinema).

Fig. 13 — Nucleo diploteno in fase più avanzata di quello della fig. 12. Le coppie cromosomiche mostransi manifestamente distribuite allo stato di strepsinema.

Fig. 14 — Fase che precede il principio del periodo di accrescimento. Le coppie cromosomiche, pur rimanendo sempre distinguibili, danno luogo, per emissione di propaggini laterali, alla costituzione di un pseudoreticolo.

Fig. 15 — Inizio del periodo di accrescimento. L'elemento cromatico persiste temporaneamente allo stato di pseudoreticolo. Le piccole cellule provenienti dall'epitelio peritoneale, delle quali sono disegnati soltanto i nuclei *np*, circondano l'oocite a costituire la granulosa primitiva.

Fig. 1
zg
cl
sco
sc
f
cl
zg
cl
sco
Fig. 2
ns
np
Fig. 3
Fig. 4
b
a
np
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
np
np

G. TRINCI, *dis.*

INDICE

MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VI — TOMO V.

Fascicoli Terzo e Quarto.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1908

NUOVI FATTI A CONFERMA DELLA SPIEGAZIONE DELLA PRESA DEL GESSO

NOTA

DEL

PROF. ALFREDO CAVAZZI

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1908)

In un lavoro pubblicato l'anno scorso (*a*) io diedi sul fenomeno della presa delle malte di gesso la seguente spiegazione = Nel primo contatto dell'acqua col gesso moderatamente cotto si produce un sale più ricco di acqua della selenite e più solubile, formando col liquido eccedente nella malta una soluzione soprassatura rispetto a $CaSO_4 . 2H_2O$, come di fatto avviene. La massa maggiore del medesimo idrato, che non si scioglie e assume aspetto quasi gommoso, rapidamente si risolve in acqua e $CaSO_4 . 2H_2O$ e cristallizza: le squamette o i prismi esilissimi così generati aderiscono fra loro e col disseccamento la massa indurisce alla maniera dell'argilla plastica.

A conferma di questa spiegazione porto principalmente due esperimenti eseguiti con polvere di selenite pura passata allo staccio di 4900 maglie e poscia cotta per otto ore fra 120° e 125°.

Esperimento I. — Nel corso delle mie lezioni alla Scuola degl' Ingegneri e delle ricerche che in questi ultimi anni sono andato facendo sul gesso, ho avuto più volte occasione, che non sarà mancata certamente ad altri chimici, di eseguire questo esperimento che reputo primo e valido argomento per la spiegazione che ho data del fenomeno della presa del gesso.

Se entro matraccio di vetro si agita g. 2 di gesso puro finissimo, cotto fra 120° e 125°, con 250 cent. cubi. di acqua distillata a 15°, dopo 2 minuti e mezzo di scuotimento l'intorbidamento scompare e si ottiene una soluzione limpida e fortemente soprassatura, nella quale si trova poco meno di 8 grammi di solfato di calcio, supposto anidro, per litro. Questa concentrazione non è molto inferiore al grado massimo di soprassaturazione che,

(*a*) *Sulla disidratazione e presa del gesso.* Memorie della R. Accademia delle Scienze di Bologna — Tomo IV: Serie VI, 26 maggio 1907.

come provai in altro mio lavoro (*b*), si ha agitando per 5 minuti un eccesso di gesso moderatamente cotto e finissimo in 1 litro di acqua a 15°, laddove alla medesima temperatura 1 litro di acqua scioglie g. 2,536 soltanto di selenite, ossia di gesso crudo $CaSO_4 . 2H_2O$.

L' unica interpretazione che a mio avviso si possa dare di questo semplice esperimento è che a contatto dell' acqua il gesso cotto a moderato calore e finissimo si idrata subito e completamente.

Porto pure opinione che un sale anidro qualunque non possa sciogliersi nell' acqua, se la soluzione non è preceduta dalla idratazione, non esclusi quelli che nelle condizioni delle ordinarie cristallizzazioni si separano dal solvente privi di acqua. Bisogna però intendersi sul significato della parola idratazione in cui i chimici comprendono fatti fra loro diversi, quali sono, ad esempio, da una parte la combinazione dell' acqua cogli ossidi metallici e colle anidridi, e dall' altra l' unione dell' acqua coi sali anidri.

Nelle soluzioni normalmente sature dei diversi sali a determinate temperature trovasi in ciascuna quantità ben definite e costanti di sale e di solvente Ogni molecola di sale, comportandosi come centro di azione attrattiva, è circondata da nn' atmosfera di molecole di acqua, le quali prendon parte e sono necessarie tutte quante a formare il sistema saturo, ma evidentemente, come in altri sistemi somiglianti, non tutte possono essere legate alle molecole del sale con ugual forza, e ne abbiamo anche prova dalla maniera con cui per graduale riscaldamento avviene la disidratazione dei sali che contengono parecchie molecole di acqua di cristallizzazione. Così, per riscaldamento prolungato a 100° la selenite perde i tre quarti della sua acqua di cristallizzazione, poi la disidratazione si arresta: a 50° $MgSO_4 . 7H_2O$ perde una sola molecola di acqua, mentre la disidratazione totale richiede una temperatura alquanto superiore a 200°. Io non saprei trovare fra le molecole acquee del sistema saturo altra differenza, la quale varia secondo la natura dei sale e per un medesimo sale secondo altre condizioni e principalmente la temperatura.

Secondo questo concetto, che almeno fuggitivamente deve essere passato per la mente di altri chimici, le soluzioni normalmente sature dei diversi sali sarebbero da considerarsi come il limite superiore della loro idratazione alla temperatura a cui vengon prese.

Il numero poi delle molecole di solvente che il sale è capace di trattenere allorchè cristallizza, dipende dalla natura del sale e dalle condizioni in cui il fenomeno avviene e sopra tutto dalla concentrazione e dalla temperatura, a cui è necessariamente subordinata l' azione attrattiva.

Nessuno ignora che facendo svaporare una soluzione satura di cloruro di sodio a temperatura ordinaria, il sale cristallizza senz' acqua. Se si raffredda invece la medesima soluzione sotto —10° e secondo Nölle sotto —5°, si ottiene l' idrato ben definito $NaCl . 2H_2O$. L' Ehrenberg e il Frakenheim avrebbero osservato sotto il microscopio la formazione passeggera di questo sale idrato anche a temperatura ordinaria, alla quale però ben presto si cambia in sale anidro. Le ricerche crioscopiche fatte sulle soluzioni di sal marino

---

(*b*) *Sulla solubilità, soprassaturazione e presa del gesso.* Memorie della R. Accademia delle Scienze di Bologna. Tomo I — Serie VI, 29 maggio 1904.

portano inoltre ad ammettere l'esistenza di altri idrati che finora almeno non è stato possibile isolare in causa della loro instabilità.

Così pure, facendo raffreddare fra 25° e 30° una soluzione concentrata di solfato di magnesio, il sale cristallizza con 7 molecole di acqua. Loewel ottenne $MgSO_4 . 6H_2O$ raffreddando fuori del contatto dell' aria una soluzione satura di solfato di magnesio ordinario. Il Fritsche preparò $MgSO_4 . 12H_2O$ raffreddando la medesima soluzione sotto 0°, e Gutthric $MgSO_4 . 24H_2O$ portando sino a —5° una soluzione formata di 27,975 parti in peso di $MgSO_4 . 7H_2O$ e 100 di acqua: tanto l'uno che l'altro sopra 0° perdono acqua convertendosi in $MgSO_4 . 7H_2O$.

Il solfato di sodio che si depone per raffreddamento di una soluzione satura a 33° contiene 10 molecole di acqua di cristallizzazione: facendo invece bollire questa soluzione, che presenta il grado maggiore di concentrazione, precipita il sale anidro.

Mi fermerei a questi pochi esempi fra i tanti che potrebbero esser presi in considerazione, se parlando in particolare del gesso non fosse opportuno di ricordare che facendo svaporare a calor moderato una soluzione satura di selenite si ottengono piccoli cristalli aghiformi di $CaSO_4 . 2H_2O$, laddove scaldando la medesima soluzione in tubo chiuso a 150°, il sale si depone in forma di cristalli che contengono soltanto $^1/_4$ dell' acqua di cristallizzazione esistente nella selenite, cioè si produce l'idrato ben conosciuto $CaSO_4 . 0,5H_2O$.

È dunque cosa del tutto arbitraria, per non dire erronea, l' ammettere l'esistenza di sali anidri in soluzione acquosa pel solo fatto che per alcuni di essi non si è ancora riusciti a farli deporre dalle loro soluzioni in forma di cristalli idrati. Non è improbabile che la insolubilità del solfato di bario, del solfato di piombo, del cloruro di argento e di molti altri sali derivi dalla facoltà che ad essi manca di idratarsi.

Esperimento II. — Con questo esperimento che sono per descrivere ho voluto accertarmi se la parte di idrato che si forma, ma che non si scioglie, agitando nell' acqua per pochi minuti un eccesso di gesso finissimo moderatamente cotto, è più solubile della selenite, non reputando prova bastevole a tale dimostrazione l' effetto conseguito nell' esperimento precedente, nel quale, avendo impiegato una quantità di sale disidratato inferiore a quella che sarebbe stata necessaria a formare una soluzione soprassatura al massimo grado di concentrazione, il sale stesso passò tutto in soluzione.

Se la parte di gesso non disciolto è un idrato più complesso di $CaSO_4 . 2H_2O$, o, in altre parole, se nel primo contatto coll' acqua il sale anidro si unisce ad una quantità di acqua maggiore di quella che si trova nella selenite, il legame stesso è certamente molto instabile, talchè la dimostrazione non sarebbe riuscita abbastanza palese e sicura agitando per pochi minuti un latte denso di gesso finissimo moderatamente cotto, poi versandolo su filtro: lavare parecchie volte con acqua distillata la sostanza rimasta sul filtro medesimo e determinarne il grado di solubilità: le quali operazioni avrebbero richiesto troppo tempo rispetto alla rapidità con cui questo supposto idrato complesso si sarebbe risolto in acqua e $CaSO_4 . 2H_2O$. Credo di aver superato questa difficoltà operando nel modo seguente.

Su 500 cm³ di acqua distillata a 15°, contenuta entro provetta a piede graduata e mu-

nita di tappo, ho fatto cadere g. 20 del gesso finissimo cotto fra 120° e 125° e, dopo aver agitato vigorosamente 5 minuti, ho versato sopra un grande filtro 250 cm^3, ossia la metà del latte così ottenuto, e raccolto in matraccino tarato 100 cm^3 del liquido filtrato e limpidissimo: poi ho aggiunto subito al latte rimasto nella provetta 250 cm^3 di acqua distillata a 15° a fine di portarlo al volume primitivo di 500 cm^3.

Ciò fatto colla massima rapidità ho agitato per altri 5 minuti, poi ho versato 250 cm^3 di questo secondo latte su grande filtro e raccolto, come nel primo caso, 100 cm^3 del liquido filtrato.

Facendo svaporare separatamente entro capsule di platino i 100 cm^3 delle due soluzioni filtrate e fortemente soprassature, e scaldando i residui al rosso scuro, ho ricavato dalla prima g. 0,883 di solfato di calcio anidro e dalla seconda g. 0,791.

Se il sale rimasto sospeso nell'acqua dopo i primi cinque minuti di agitazione, e certamente idratato, avesse lo stesso grado di solubilità della selenite è evidente che dai 100 cm^3 della seconda soluzione avrei dovuto ricavare la metà di g. 0,883 di gesso anidro ossia g. 0,441 invece di g. 0,791, poichè g. 0,441 di gesso anidro sciolti in 100 cm^3 di acqua formano ancora soluzione soprassatura.

La minore concentrazione della seconda soluzione soprassatura non mi giunse inaspettata e la differenza colla prima è anzi riuscita inferiore a quella che avevo preveduto, perchè nella memoria sopracitata (*b*) dimostrai che agitando un eccesso di gesso finissimo moderatamente cotto in un litro di acqua a 15° e passando una parte del latte su filtro dopo 5′ ed un'altra dopo 10′ e raccogliendo in ciascuna prova 100 cm^3 di liquido filtrato ricavai dalla prima g. 0,887 di gesso anidro e dalla seconda g. 0,653.

Resta così provato che il gesso purissimo moderatamente cotto che rimane sospeso per 5′ nell'acqua a 15° è molto più solubile della selenite.

Da che dipende questa differenza di solubilità?

Che il gesso finissimo cotto fra 120° e 125°, avidissimo com'è di acqua, possa stare sospeso per 5′ in questo liquido senza idratarsi è supposizione non sostenibile dopo il risultato dell'esperimento I, tanto più che nel loro primo contatto si ha subito e sempre un innalzamento di temperatura che è ben manifesto e forte quando il gesso stesso viene stemprato con piccola quantità di acqua.

Che l'idrato nascente in questo primo contatto sia in pari tempo più povero di acqua e più solubile della selenite è anch'essa supposizione non confortata, per quanto io sappia, da altri fatti consimili che non siano male o arbitrariamente interpretati. Così rispetto al solfato di calce, è vero bensì che il sale $CaSO_4 . 0,5 H_2O$ fornisce, come il gesso cotto fra 120° e 125°, soluzioni più concentrate della selenite e quindi soprassature rispetto alla selenite medesima, ma è altrettanto vero che stemprando la polvere secca di $CaSO_4 . 0,5 H_2O$ con poc'acqua si ha svolgimento di calore, indizio sicuro che il sale passa ad un grado superiore di idratazione. Se questa idratazione si arrestasse a $CaSO_4 . 2H_2O$ il corpo dovrebbe sciogliersi in quantità corrispondente alla solubilità della selenite, ossia nella proporzione di gr. 2,5 circa per litro a temperatura ordinaria. Conseguentemente l'idrato più solubile della selenite che si forma nel primo contatto del gesso moderatamente cotto coll'acqua

non è $CaSO_4 . 0,5 H_2O$, nè $CaSO_4 . 2H_2O$. Senza dubbio si forma un sale più ricco di acqua della selenite: la qual cosa è in certo modo comprovata dalla instabilità di quelle soluzioni di gesso, che i chimici, forse non molto propriamente, chiamano soprassature. È noto che da queste soluzioni a poco a poco si depongono a temperatura ordinaria, e rapidamente a 100°, dei piccoli cristalli aghiformi di $CaSO_4 . 2H_2O$: i quali non possono essere che l'effetto della disadratazione parziale di un sale più ricco di acqua e più solubile dei cristalli che da quelle si separano.

Come ulteriore conferma della mia spiegazione sta pure il fatto che l'aumento di volume che accompagna la presa delle masse di gesso cotto è molto minore di quello che si avrebbe se, secondo l'ipotesi fatta dal Le Chatelier non pochi anni or sono, il gesso cotto prima di cristallizzare e far presa passasse tutto in soluzione soprassatura. Nel lavoro già citato alla nota (*b*) io provai che g. 100 di $CaSO_4 . 2H_2O$, separandosi da una soluzione soprassatura a 15° in forma di piccoli cristalli aghiformi, producono in essa un aumento di volume di cm^3 20,76. Or bene, siccome nella presa rapida delle malte di gesso moderatamente cotto tutta la massa si trasforma in cristalli minutissimi di $CaSO_4 . 2H_2O$ e l'aumento di volume è relativamente piccolo, così è evidente che questi cristalli non si formano per via di soluzione e devono perciò nascere per trasformazione di un corpo non disciolto, a quanto pare gelatinoso e ricco di acqua, il quale poi rapidamente cristallizza sdoppiandosi in acqua e in $CaSO_4 . 2H_2O$. Non mancano esempi di corpi gelatinosi amorfi che per semplice disidratazione si cambiano in polveri cristalline: notissimo è quello del carbonato di calcio che si ottiene versando a temperatura ordinaria una soluzione di un carbonato alcalino sopra un'altra di un sale di calcio.

Se io adunque non erro, l'aumento di volume che avviene nelle soluzioni soprassature di solfato di calcio durante la precipitazione di $CaSO_4 . 2H_2O$ è una delle prove maggiori che nelle soluzioni medesime esiste un idrato superiore alla selenite: il quale poi sdoppiandosi e cedendo una parte dell'acqua che in esso trovasi più intimamente legata che nelle soluzioni normali, fa sì che il volume della soluzione aumenta. Non mi sembrano quindi validi e convincenti gli argomenti sui quali si sono fondati lo Schiff, il Dubrunfaut e lo Scherbatscheff per concludere che le soluzioni saline soprassature sono soluzioni di una idrato inferiore più solubile di quello che esiste nelle soluzioni normali. È mai possibile e verosimile che un sale nel suo grado inferiore di idratazione sia più solubile di quello che contiene già in sè e più intimamente legata una maggior quantità di solvente?

Ammesso che l'indurimento delle malte di gesso derivi dallo sdoppiamento di un solfato non disciolto, più ricco di acqua della selenite, si spiega facilmente il fatto che riportai nella Memoria citata alla nota (*b*), e cioè, che impastando del gesso cotto a 120° e finissimo con acqua bollente e mantenendo una piccola focaccia dell'impasto entro stufa a 100° per 45 minuti, la massa cristallizza in forma di tenuissime squamette che contengono 6,5 per cento di acqua, ma non prende che un debolissimo indurimento. In queste condizioni adunque il gesso moderatamente cotto si trasforma essenzialmeute in $CaSO_4 . 0,5 H_2O$ nel quale la dose dell'acqua è 6,20 per 100 Impedita così a 100° la formazione di un idrato complesso, l'indurimento dell'impasto vien meno.

Guardando sotto il microscopio ad un ingrandimento di 800 un piccolo saggio di questo gesso finissimo cotto fra 120° e 125° e stemprato rapidamente con una gocciolina d'acqua, nel primo momento si vedono dei granuli piuttosto voluminosi privi di contorno cristallino che a mio avviso non sono altro che le minutissime particelle di gesso cotto che a contatto dell'acqua si idratano e gonfiano: appariscono inoltre delle zone prive di granuli le quali sono costituite necessariamente da una soluzione soprassatura del sale in prova, ed è in esse che dopo 8 o 10 minuti compariscono dei prismi esilissimi, i quali sono generati non già per trasporto della sostanza dei granuli, ma per deposito conseguente al disfacimento della soluzione soprassatura. In meno poi di 14 minuti tutti i granuli scompaiono e a loro posto e in tutto il campo illuminato si vedono soltanto bellissimi cristallini aghiformi di $CaSO_4.2H_2O$ che si intrecciano e sono più abbondanti dove prima i granuli erano in maggior numero.

A me pare adunque che la spiegazione che ho dato sulla presa delle malte di gesso, trovi valida conferma nei fatti e nei fenomeni considerati in questa breve nota. Se ciò non è, mi consolerò dell'insuccesso nel pensiero che nonostante i numerosi e assidui studi fatti sul gesso da Lavoisier in poi, una spiegazione completa e soddisfacente della presa di questo materiale cementante non è stata ancor data.

SULLA DISIDRATAZIONE
DEL SOLFATO DI MAGNESIO ORDINARIO

NOTA

DEL

PROF. ALFREDO CAVAZZI

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1908)

Dagli effetti che ottenni l' anno scorso sottoponendo a lentissima disidratazione la polvere di selenite col metodo di riscaldamento progressivo che descrissi nella Memoria già pubblicata negli Atti dell'Accademia (1), fui condotto a pensare che non sarebbe fuor d' opera l' applicare questo metodo a tutti i sali che contengono acqua di cristallizzazione; con che si avrebbero indicazioni sicure e preziose sull' andamento della loro disidratazione e conseguentemente dei gradi di calore a cui conviene sottoporre ciascun sale in ricerche particolari, alle quali, senza questa prova preliminare, il chimico si accinge senza regola e per tentativi incerti e talvolta anche insufficienti o superflui e inconcludenti.

I dati sperimentali relativi alla desidratazione del solfato di magnesio ordinario $MgSO_4.7H_2O$ spero che siano bastevoli a dimostrare l' opportunità e il valore di questo saggio preliminare, in cui mi sono valso dell' apparecchio descritto nella Memoria sopra citata.

E come feci per la selenite, ho tenuto fra la temperatura del termometro immerso nella polvere del sale e quella del bagno esterno (acqua od olio) una differenza di 30° Debbo però aggiungere che mi é riuscito molto più facile il mantenere costante questa differenza sostituendo il bicchiere di vetro, contenente acqua od olio, con altro di rame avente presso a poco la medesima forma e capacità.

Il sale era in polvere passata allo staccio di 4900 maglie per cmq. e questo veniva introdotto nel tubo di vetro a conveniente altezza e compresso con bacchettino di vetro, affinchè dopo la fusione acquea, che avviene nel solfato di magnesio a 105°, il bulbo del termometro interno restasse tutto immerso nella sostanza che in causa di questo cambiamento si riduce a minor volume. Allorché in qualche esperimento accadeva che nel primo periodo di riscaldamento il vapor d' acqua svolgentesi dal sale spingesse in alto una parte

(1) *Sulla disidratazione e presa del gesso.* Memorie dell' Accademia delle Scienze di Bologna. Tomo IV. Serie VI. 26 Maggio 1907.

della colonna formata dal sale, questa si faceva tosto tornare a posto mediante una lunga e sottile asticella di ferro.

Il solfato messo in prova conteneva 50,975 per 100 di acqua di cristallizzazione invece di 51,13 che è la quantità corrispondente alla formola $MgSO_4.7H_2O$. Questa piccola differenza (0,16) in meno della quantità teorica non poteva avere alcuna efficacia sull'intero andamento della disidratazione, mentre mi assicurava di una condizione favorevole e necessaria, cioé della perfetta secchezza del sale.

Nello specchio seguente espongo i risultati degli ultimi due esperimenti fatti in condizioni poco diverse; nel 1° la polvere del sale contenuto nel tubo era un poco più compressa.

Mentre io attendeva ad osservare il termometro immerso nel sale e quello del bagno e a regolare così la temperatura, persona di mia fiducia coll'orologio alla mano notava e registrava ad un mio cenno la durata del riscaldamento entro certi periodi di tempo e specialmente quello impiegato per elevare la temperatura del sale negli intervalli di 5 in 5 minuti primi. Siccome poi la disidratazione procedeva lentissima, così é evidente che uno sbaglio di lettura di pochi secondi non avrebbe potuto modificare e nascondere le particolarità caratteristiche di tutto il processo della disidratazione.

ESPERIMENTO 1°

Per portare la temperatura del sale		Tempo impiegato
da 40° a 45°	. . . . .	ore 0, 1', 26''
45° a 50°	. . . . .	» 0, 2', 28''
50° a 55°	. . . . .	» 0, **9', 56''**
55° a 60°	. . . . .	» 0, 2', 16''
60° a 65°	. . . . .	» 0, 1', 56''
65° a 70°	. . . . .	» 0, 1', 48''
70° a 75°	. . . . .	» 0, 1', 57''
75° a 80°	. . . . .	» 0, 2', 9''
80° a 85°	. . . . .	» 0, 1', 35''
85° a 90°	. . . . .	» 0, 1', 45''
90° a 95°	. . . . .	» 0, **3'**
95° a 100°	. . . . .	» 0, 1', 33''
100° a 105°	. . . . .	» 0, 3', 2''
105° a 110°	. . . . .	» 0, **40', 50''**
110° a 115°	. . . . .	» 0, **10', 16''**
115° a 120°	. . . . .	» 0, 8', 34''
120° a 125°	. . . . .	» 0, 6', 28''
125° a 130°	. . . . .	» 0, **17', 24''**
130° a 135°	. . . . ,	» 0, 5', 22''
135° a 140°	. . . . .	» 0, 3', 10''
140° a 145°	. . . . .	» 0, 2', 57''
145° a 150°	. . . . .	» 0, 2', 30''
150° a 155°	. . . . .	» 0, 2', 35''
155° a 160°	. . . . .	» 0, 3', 11''
160° a 165°	. . . . .	» 0, **8', 45''**
165° a 170°	. . . . .	» 0, **5', 32''**
170° a 175°	. . . . .	» 0, 2', 39''
175° a 180°	. . . . .	» 0, 2', 13''
180° a 185°	. . . . .	» 0, 1', 48''
185° a 190°	. . . . .	» 0, 1', 32''
190° a 195°	. . . . .	» 0, 1', 11''
195° a 200°	. . . . .	» 0, 0', 59''
200° a 205°	. . . . .	» 0, 0', 58''
205° a 210°	. . . . .	» 0, 1', 1''
210° a 215°	. . . . .	» 0, 0', 56''
215° a 220°	. . . . .	» 0, 0', 50''
220° a 225°	. . . . .	» 0, 0', 50''
225° a 230°	. . . . .	» 0, 0', 48''
230° a 235°	. . . . .	» 0, 0', 49''
235° a 240°	. . . . .	» 0, 0', 52''

Durata dell' esperimento ore 2, 48'.

ESPERIMENTO 2°

Per portare la temperatura del sale		Tempo impiegato
da 30° a 35°	. . . . .	ore 0, 1'
35° a 40°	. . . . .	» 0, 1', 28''
40° a 45°	. . . . .	» 0, 1', 32''
45° a 50°	. . . . .	» 0, 2', 15''
50° a 55°	. . . . .	» 0, **6', 46''**
55° a 60°	. . . . .	» 0, 2', 10''
60° a 65°	. . . . .	» 0, 2'
65° a 70°	. . . . .	» 0, 2'
70° a 75°	. . . . .	» 0, 1', 45''
75° a 80°	. . . . .	» 0, 2', 5''
80° a 85°	. . . . .	» 0, 2', 50''
85° a 90°	. . . . .	» 0, 2', 30''
90° a 95°	. . . . .	» 0, **3'. 50''**
95° a 100°	. . . . .	» 0, 1', 30''
100° a 105°	. . . . .	» 0, 1', 5''
105° a 110°	. . . . .	» 0, **55'**
110° a 115°	. . . . .	» 0, 4', 40''
115° a 120°	. . . . .	» 0, 3', 30''
120° a 125°	. . . . .	» 0, 2', 50''
125° a 130°	. . . . .	» 0, **25', 5''**
130° a 135°	. . . . .	» 0, 2', 15''
135° a 140°	. . . . .	» 0, 2', 10''
140° a 145°	. . . . .	» 0, 1', 30''
145° a 150°	. . . . .	» 0, 1', 30''
150° a 155°	. . . . .	» 0, 1', 40''
155° a 160°	. . . . .	» 0, 2', 15''
160° a 165°	. . . . .	» 0, **15', 40''**
165° a 170°	. . . . .	» 0, 3', 40''
170° a 175°	. . . . .	» 0, 2', 25''
175° a 180°	. . . . .	» 0, 1', 55''
180° a 185°	. . . . .	» 0, 1', 35''
185° a 190°	. . . . .	» 0, 1', 20''
190° a 195°	. . . . .	» 0, 1', 10''
195° a 200°	. . . . .	» 0, 1'
200° a 205°	. . . . .	» 0, 0', 50''
205° a 210°	. . . . .	» 0, 0', 55''
210° a 215°	. . . . .	» 0, 1', 10''
215° a 220°	. . . . .	» 0, 1', 5''
220° a 225°	. . . . .	» 0, 0', 55''
225° a 230°	. . . . .	» 0, 0', 50''
230° a 235°	. . . . .	» 0, 0', 48''
235° a 240°	. . . . .	» 0, 0', 45''

Durata dell' esperimento ore 2, 53'.

Da questo specchio, come da tutti gli esperimenti fatti e non riportati in questa Nota, risulta che durante la disidratazione del solfato di magnesio ordinario si hanno costantemente cinque punte di ritardo ben definiti nel movimento della colonna termometrica.

Il primo fra 50° e 55° con un arresto fra 50 e 50°,5 di 6′ a 8′ minuti circa:

Il secondo fra 90° e 95°:

Il terzo fra 105° e 110° con un arresto di 30′ a 44′ fra 105° e 106°:

Il quarto fra 125° e 130° con un arresto a 128°,5 di 7′ e più ancora. In uno esperimento eseguito il 6 marzo ebbi un arresto di 11′ circa a 132°:

Il quinto fra 160° e 165° con un arresto a 160°,5 di 8′ circa nell'esperimento 2°.

Con esperienze dirette ho trovato che l'arresto a 105° corrisponde alla temperatura della fusione acquea e, come fu prima dimostrato dal Griffith, alla temperatura di ebollizione di una soluzione satura di solfato di magnèsio: il valore 108°,4 dato dal Mülder è certamente non esatto.

Scoperti questi punti particolari nell'andamento della disidratazione del solfato di magnesio, interessava molto il determinare con opportuni esperimenti quant'acqua il sale perde alla temperatura di ciascuno di essi.

A tal fine in ogni prova introducevo gr. 5 di $Mg.SO_4.7H_2O$, passato allo staccio di 4900 maglie, in matraccio conico dell'Erlenmeyer esattamente pesato e della capacità di 200 centimetri cubi circa, affinchè sulla sua base larga la polvere sottoposta a riscaldamento formasse uno strato di piccolo spessore. Il recipiente stava immerso quasi per intero in bagno ad acqua per temperature inferiori a 100° e in bagno ad olio per temperature più elevate.

Nella prima ora di riscaldamento lasciavo il recipiente aperto; appresso applicavo alla bocca di esso un tappo di vetro che non lo chiudeva però perfettamente. A intervalli successivi di 10′ questo tappo veniva momentaneamente sostituito con altro di sughero portante due tubi a squadra: una branca dell'uno arrivava ad una distanza di 3 cm. circa dalla superficie dello strato di polvere, mentre una branca dell'altro era messa in comunicazione con un recipiente pieno d'acqua per aspirare ogni volta un volume d'aria uguale a tre o quattro volte quella del matraccio. Questo veniva generalmente pesato ogni 3 ore dopo averlo ben asciugato, pulito e raffreddato con cura, lasciandolo per tre ore almeno nella camera della bilancia.

I 5 grammi di solfato sottoposto a riscaldamento in ciascuna delle seguenti esperienze contenevano g. 2,4513 di sale anidro e gr. 2,5487 di acqua.

Esperienza 1ª — Riscaldamento a 50°

	acqua perduta	acqua rimasta
Dopo 3 ore di riscaldamento	g. 0,3440	g. 2,2047
Dopo altre 3 ore »	g. 0,3442	g. 2,2045

Stante la piccolissima differenza fra queste due pesate ho creduto superfluo continuare il riscaldamento.

$$MgSO_4$$

$$2,4513 : 2,2045 :: 120,42 : x = 108,295$$

$$\frac{108,295}{18} = 6,01$$

In conclusione a 50° la disidratazione si arresta quando il sale ordinario ha perduto una molecola di acqua per cambiarsi in $MgSO_4 . 6H_2O$. Il Loewel ottenne questo idrato raffreddando fuori del contatto dell'aria una soluzione satura di solfato di magnesio ordinario.

Esperienza 2ª — Riscaldamento a 90°

	acqua perduta	acqua rimasta
Dopo 2 ore di riscaldamento	1,6192	0,9295
Dopo altre 2 ore »	1,6270	0,9217
Dopo » » »	1,6290	0,9197
Dopo » » »	1,6298	0,9189
Dopo » » »	1,6298	0,9189

Applicando a questi numeri il calcolo precedente si trova che a 90° la disatratazione si arresta quando il sale ha perduto 4 molecole e mezzo di acqua che esso cede in gran parte nelle prime due ore di riscaldamento, ossia ne trattiene una quantità corrispondente alla formola $Mg SO_4 . 2,5 H_2 O$ che sarebbe un idrato non conosciuto.

Esperienza 3ª — Riscaldamento a 105°

Per non dilungarmi inutilmente dirò che dopo ore 21 di riscaldamenlo a **105°** il sale conteneva una quantità di acqua corrispondente a molecole 1,48, ma la disidratazione continuava ancora benchè lievissima. Dopo le prime 4 ore di riscaldamento per una molecola di sale anidro trovai molecole 2,40 di acqua.

Esperienza 4ª — Riscaldamento a 128°

Dopo 18 ore di riscaldamento a 128° per ogni molecola di sale anidro trovai molecole 1,13 di acqua e che la disidratazione continuava ancora sensibilmente. Dopo le prime 4 ore di riscaldamento il sale conteneva una quantità di acqua corrispondente a molecole 1,22 di acqua.

Secondo Graham il solfato di magnesio perde la sesta molecola a 132° e si disidrata completamente fra 218° e 238°.

Esperienza 5ª — Riscaldamento a a 163°

Dopo 6 ore di riscaldamento a 163° la disidratazione del solfato di magnesio si arresta e il sale rimanente ha una composizione rispondente alla formula $MgSO_4.H_2O$. Le altre

sei molecole di acqua sono quasi totalmente eliminate dopo le prime 2 ore di riscaldamento.

Esperienza 6ª — RISCALDAMENTO A 200° E 250°

Dopo 2 ore di riscaldamento a 200° l'ultima molecola di acqua resta e una piccola parte rimane anche dopo 2 ore di riscaldamento a 250°.

Da queste esperienze viene in chiaro che ai punti di ritardo o di arresto, che appariscono durante il riscaldamento progressivo del solfato di magnesio ordinario, corrispondono temperature che, presi come punti termici di disidratazione, conducono generalmente a idrati di composizione molecolare ben definita, che, ad eccezione di $MgSO_4.6H_2O$, sarà forse impossibile di ottenere cristallizzati per via di soluzione.

LA CHARA DI GIULIO CESARE

COMUNICAZIONE

DI

ANTONIO BALDACCI

(letta nella Seduta del 10 Maggio 1908).

Non tutte le piante menzionate nei libri degli antichi sono ancora state identificate e fra quelle meno note, benchè non poche ci siano pervenute onuste dei comenti coi quali i naturalisti del seicento e del settecento amavano adornarle, un numero certamente non indifferente sarà destinato a rimanere sconosciuto eziandio per lungo tempo. La serie di queste « ignotae » viene oggi tuttavia ridotta di una specie, sebbene, secondo i comentatori, questa stessa specie, che forma argomento della presente comunicazione, ci fosse pervenuta come identificata. Si tratta di quella pianta che il caso destinò a sfamare l'esercito di Cesare nel momento in cui la parabola di Pompeo doveva cominciare a declinare, e si deve forse alla « Chara » se le sorti della guerra condussero Cesare tanto rapidamente a raccogliere sui campi di Farsaglia gli allori della vittoria (1).

Era il tempo della guerra civile fra Cesare e Pompeo, quando gli eserciti dei due avversari si trovavano di fronte sulle sponde dell'Apsus (l'attuale Semeni o Semani) e quello di Cesare era accampato sulla sponda sinistra, tenendo coperta Apollonia, mentre l'esercito di Pompeo occupava la sponda destra, avendo libera la strada e la città di Durazzo. Cesare soffriva la carestia, molto più di Pompeo, il quale, durante la guerra, aveva avuto difficoltà di gran lunga minori dell'avversario per procurarsi le vettovaglie.

Nell'opera De bello civili III, 47, 48 (2) Cesare scrive: « ..... Non illis hordeum cum daretur, non legumina recusabant; pecus vero, cuius rei summa erat ex Epiro copia, magno in honore habebant (XLVII). Est etiam genus radicis inventum ab iis, qui fuerant

(1) Debbo ringraziamenti speciali e vivissimi al signor Pietro Danisca, dragomanno del r. Vice Consolato italiano in Durazzo, al signor Cirillo Alessi, ricevitore dell'Ufficio postale italiano in Durazzo e al signor Giovanni Mingas di Vallona per l'aiuto amichevole prestatomi in queste laboriose ricerche le quali mi condussero alla soluzione dell'interessante argomento.

(2) Cfr. C. Giulio Cesare: I Commentarii De Bello Civili illustrati da F. Ramorino, Torino, Loescher, 1903.

valeribus (1), quod appellatur chara, quod admixtum lacte multum inopiam levabat. Id ad similitudinem panis efficiebant. Eius erat magna copia. Ex hoc effectos panes cum in colloquiis pompeiani famem nostris objectarent, vulgo in eos jaciebant, ut spem eorum minuerent (XLVIII) ».

Quando fu trovata la « Chara » poteva forse essere la fine di maggio o il principio di giugno (2). Cesare aveva sull'Apsus orzo, legumi e pecore (3); ma scarseggiava di frumento (4): gli faceva quindi difetto il pane.

L'esattezza di Cesare nelle citazioni di tempo, di luogo, di cose e di persone appare in ogni punto delle sue opere e perciò io non aveva mai dubitato dell'esistenza della « Chara » ricordata dal grande capitano. Si trattava innanzi tutto di trovare possibilmente il nome della pianta nella lingua degli attuali albanesi o di quei romeni che sono sparsi in ogni parte della regione e rappresentano colà i discendenti dei legionari romani; una volta scoperto il nome, sarebbe stato facile arrivare all'identificazione della pianta. « Eius erat magna copia », dice Cesare, e si capisce che la « Chara » doveva infatti essere molto diffusa, se fu raggiunto lo scopo di calmare per diverse settimane la carestia in un intero esercito: non poteva quindi la « Chara » essere scomparsa in meno di duemila anni. Io pensava doversi trattare di una pianta a larga distribuzione geografica e forse consacrata ancora oggi nell'uso domestico perchè nell'Albania e in generale nell'Illirio, non essendo rare le carestie, le popolazioni si sfamano alla meglio nei tempi critici con erbe e tuberi che mescolano e bollono con acqua e latte. Tuttavia le mie ricerche non portarono per parecchi anni ad alcun risultato e mi tenevano ognora fuori di strada, riandando a quanto era sempre avvenuto ai miei predecessori, ognuno dei quali ha creduto di avere identificato la « Chara » con piante delle più strane famiglie (5).

---

(1) « Qui fuerant valeribus ». È un passo certamente guasto, ma è molto difficile indovinare qual fosse la lezione giusta che i copisti guastarono. Le più varie ipotesi furono escogitate. Alcuni pensando che in quel *valeribus* ci fosse un nome proprio, suggerirono *qui fuerant cum Valerio*; ma è personaggio affatto ignoto; altri immaginarono che il *Valeribus* fosse nome di ignoto luogo; il Nipperdey pensò a: *fuerant in vallibus*; il Madvig: *qui vescebantur oleribus*; l'Hoffmann: *qui fuerant versati in oleribus;* il Kraner: *qui vacabant ab operibus;* il Dinter: *qui convaluerant ex vulneribus.* Forse è da leggere: *qui fuerant ab oleribus,* coloro che erano incaricati di provvedere la verdura per l'esercito (cfr. la frase nota *esse a secretis,* « coprir la carica di segretario »). Ramorino l. c. pag. 204.

(2) *Jamque frumenta maturescere incipiebant.* (c. 49) Verso la fine di maggio, o secondo il calcolo del calendario allora vigente, ai primi di giugno. Confrontando questa data con quella del c. 25 rispondente alla venuta di Antonio, si viene a conchiudere che le operazioni militari intorno a Durazzo avevano già durato dal febbraio al maggio, quattro mesi circa, quanto appunto dice Svetonio: vita di Cesare: « Pompeium per quattuor paene menses maximis obsessum operibus, ad extremum Pharsalico proelio fudit. Ramorino l. c. pag. 205. — E oltre (ib.) dove parla delle fonti che pel caldo disseccavano ecc. Ma la carestia è largamente illustrata in tutto il c. 49 nel quale si dimostra che raggiunse il colmo verso la fine della primavera.

(3) Cfr. fine c. 47.

(4) Cfr. ibid.

(5) Plinio nel l. XIX, 41, 7 della sua Storia naturale parla di una specie di cavolo selvatico detto « lapsana » o « cyma silvestris » che fu menzionata al tempo del quarto trionfo di Cesare (giugno del 708 (46), in quanto che i suoi soldati « alternis.... versibus exprobavere lapsana (*a*) se vixisse apud

Nelle mie peregrinazioni fra gli albanesi Toschi, come in quelle fra i Gheghi (i luoghi dove sorsero i campi dei due avversari quando Cesare parla della pianta appartengono oggi all'Albania tosca, la quale, oltre l'Apsus o Semani, si spinge al Nord fino al Genusus dei romani — l'attuale Skumbi) avevo lungamente e premurosamente cercato la « Chara »;

Dyrrachium, praemiorum parsimoniam cavillantes ». Molti hanno pensato che la « lapsana » di Plinio fosse precisamente la « chara » di Cesare. Ora questo cavolo silvestre non avrebbe potuto ridursi in farina e impastarsi a modo di pane. Leone Heuzey, assunte informazioni sul luogo, venne a conoscenza che ancora adesso gli albanesi in tempo di carestia mescolano alla farina di grano turco quella di una radice selvatica chiamata « kelkaz ». Egli stesso ne trovò molte piante nelle vicinanze di Durazzo e osservò che questa pianta, specie di *Arum*, ai piedi forma certi tubercoli simili ai pomi di terra e nutritivi come essi, sebbene un po' acri al gusto. Il mescolarsi col latte doveva appunto servire a correggere quell'acredine. Ond'egli si persuase che la « chara » menzionata da Cesare non fosse altro che la pianta detta dai botanici *Arum esculentum* o *Colocasia*. Cfr. Ramorino l. c. pag. 205.

(*a*) Lapsana: Dioscorid. l. II, 142. Λαμψάνη dicitur olus silvestre, cuius folia caulesque in cibo coquuntur: Λαχανόν έσιν ἄγριον.... οὗ τὰ φύλλα καὶ ὁ καυλὸς ἐσθίεται ἐφθά. — Dion. Exig. in vita S. Paconici, c. VIII: « Lapsanas enim, id est, agrestia olera, et herbas alias praeter oleum consueverant dare ». « Porro praeter id olus, quod trium foliorum fuisse Plinius ait, et cymam silvestrem, aliud in cibis Caesariani milites adhibuere: radicem nimirum edulem, pani conficiendo idoneam, cujusmodi lapsanae radix non est, tenuis et lignosa. Hanc radicem Caesar ipse de B. C. l. III, « charam » vocat (α). De Aro seu Luph Dioscoridis, quod multi Charam radicem esse volunt, pag. 128.

(α) .... multa et varia de hoc genere plantarum conjectavere D. Vos. Sins, et Oberlinus, in Mantissa observationum, pag. 828 editionis suae. Optime, quidquid difficultatis supererat, extricavit vir cl. Cuvier, cujus auctoritatis, quae tanti momenti est in his omnibus quae ad naturalem historiam pertinent, nulli sane, hic detrectabitur. Cfr. Plinii l. c. ed. Lemaire, VI, pag. 436. — Cuvier in ed. praedicta, Excursus V, de lapsana, sive de chara, dice che la « lapsana » di Plinio doveva essere effettivamente una specie di cavolo selvatico, il quale è forse il medesimo che si usa di mangiare in Ungheria in tempo di carestia e che Clusius Rar. plant. hist. lib. VI, cap. 14, pag. 191, descrive imperfettamente sotto il nome di *Tagaria hungarica*. Cuvier soggiunge: M. Jacquin en a donné une meilleure description sous celui de *Crambe tatarica* (Jacq. Misc. Austr. II, 274). M. Thiébaud de Bernand a lu en 1814, à l'Academie des Sciences, une mémoire pour prouver, ainsi que Clusius l'avait supçonné, que cette plante est le « Chara » de César, et la chose me paraît incontestable. Pour bien entendre le passage de Pline, il faut substituer aux mots *trium foliorum* qui sont dans l'édition de Hardouin, le mot *triumphalis* tiré de quelques manuscrits et appruvé par Dalèchamp. Il donne seul un sens raisonnable. Le *Chara* des botanistes modernes, ainsi nommé depuis Vaillant, est une petite herbe aquatique qui n'a rien de commun avec celle de César.

Svet. in Jul. c. LXVIII: « Dyrrachina munitione Pompeius ecc..... ex herba..... ».

Hard. « Diceret fortean *ex radice* commodius: quanquam et eo verbo utitur Appianus Bell. Civ. lib. II, pag. 465, id ipsum narrans, τὴν πόαν ἀρτοποιοῦν. Ea nobis videtur esse pastinaca gallica, quam Dioscorid. in Noth. pag 454, ab aliis κέρας, a Romanis καρόταμ vocitari tradit: quo nomine etiamnum vulgo nota. Insigniter errant, qui hoc trium foliorum olus, de quo nunc agitur, aut cum armoracia confundunt..... aut cum eo genere pastinacae, quod pariter πολύφυλλον. ».

Oberlinus Mant. ad Caes. l. c. pag. 828 videtur, eam hoc nomine herbam intelligere, quae *Daucus Carota*, vel quae *Pastinaca sativa* a Botanicis appellatur.

Il De Vit: Lexicon totius latinitatis, II, pag 88, scrive: « sunt qui putant hanc herbam eandem esse cum ea, quae *Chara* vel *Cara* dicitur a Caesar. B. C. III, 48, quae lacte admixto, indeque effectis panibus, inopiam militum multum levavit. Huc facit, quod Diosc. cari radicem coctam acque edulem esse ait, ac pastinaca.

E si potrebbero continuare le citazioni all'infinito perchè su questa « Chara » di Giulio Cesare si è scritto moltissimo, sebbene ciascun autore, limitandosi spesso a copiare da qualche predecessore o a supporre l'inverosimile, non abbia fatto che rendere più oscuro l'argomento. Invero non furono pochi i comen-

ma anche dopo ripetuti tentativi per rintracciarne il nome, sia pure sotto una forma modificata, parendo ai più che « Chara » (1) non fosse almeno vocabolo albanese moderno, ogni mio tentativo era rimasto infruttuoso. Non si trovava il nome e non riusciva ad

---

tatori di buona volontà che sperarono di risolvere il problema e credettero di averlo risolto, e fra questi occupa indubbiamente il posto d'onore l'Heuzey (Les opérations militaires de Jules César etudiées par le mission de Macedoine, Paris, Hachette, 1886), il quale non essendo botanico, cadde facilmente in errore sui luoghi stessi dove si era recato per la ricerca della « Chara ». Egli credette, sulla fede di indigeni, che si trattasse di un *Arum*.

A questo proposito non debbo trascurare di ricordare che io pure, fino agli ultimi tempi (non ritenni mai che la « Chara » si potesse riportare ad alcuna delle piante designate dai miei predecessori), avrei sempre avuto il dubbio di trovarmi nelle stesse condizioni dell'Heuzey se avessi creduto quanto molti albanesi toschi e gheghi volevano sostenere a proposito della *chara*, che essa, cioè, non fosse altro che una specie di *Arum* indigeno (*A. maculatum, A. italicum,* ecc.) che gli albanesi gheghi chiamano « kalkanz » e i toschi « kilkaz » (γλυκάνισον dei greci moderni). Induceva anche a mettere fuori della via diritta la somiglianza della voce « chara » con la voce « arum » (*ἄρον,* da arum, originariamente forse « harum », come « arundo » da « harundo »), nel qual caso, tra l'una e l'altra voce, non esisterebbe che la differenza del genere. Naturalmente non fu mai il caso di pensare a confronti fra la « chara » di Cesare e la « chara » dei botanici moderni. Fra i tanti documenti pervenutimi sulla questione della *chara,* ricorderò le seguenti due lettere, di cui la prima è di un albanese ghego e la seconda di un tosco. 1) ». La « Càra » è una pianta bassa, le sue foglie rassomigliano a quelle del tabacco, però più strette, lunghe e liscie. Nel suo stinco produce una boccia simile a quella del granturco. I montagnoli gheghi, sessant'anni fa, in tempo di carestia, si nutrivano delle radici di questa pianta, disseccandola e macinandola: mista ad un po' di farina formava un pane assai mangiabile. Questa pianta è l'Aro o gighero o pan di serpi.... » 2). La seconda dice: « La radice del « kilkaz » è come una patata e quindi, perchè farinacea e lattea (?) è utile da adattarsi per uso di pane in tempo di carestia. Mi fu detto che ancora nell'attuale secolo venne adoperata in qualche distretto in tempo di carestia quando le tribù erano perseguitate dal Governo imperiale e chiuse in montagna dal freddo e dalle nevi ».

Sulla destinazione di molte piante atte a surrogare il pane o a modificare l'orrore delle carestie che di tratto in tratto colpiscono le povere popolazioni albanesi si potrebbe scrivere un volume. Io ricorderò qui il *Colchicum autumnale* che nel Musakijà si usa su vasta scala: il bulbo viene pulito, tagliato in pezzi, mescolato nel latte e mangiato: talvolta si fa con esso anche del pane. Il *Cichorium Intybus* viene disseccato e ridotto in farina nel Musakijà per farne pane in tempo di carestia. La *Cynara horrida,* comune in molti distretti dell'Epiro, è adoperata specialmente per le sue radici del primo anno. In tutta l'Albania centrale si fa uso, in tempo di carestia, del dreθkez (forse *Convolvulus arvensis*) che si taglia in minutissimi pezzi, impastandoli con farina di granturco e con latte e servendo come pane: con questa pianta si fanno anche focaccie. E potrei continuare se ciò avesse direttamente a vedere col mio studio.

(1) « Chara » non è da confondersi con « κάρα », vocabolo ionico usato da Omero per « cranio », che oggi si trova diffuso in Grecia sotto forma dialettale (κάρα potrebbe a prima vista parere la « chara » [χάρα] di Cesare, quasi a figurare l'analogia tra cranio e tubero, ed indubbiamente ha analogia con « kar » « pene » degli albanesi). Non sembra che « Chara » possa avere rapporto coi seguenti vocaboli albanesi moderni: « char » (χάρ), in significato di diradare le piante in un campo (« thar » nel Musakijà, donde « tharrure » « cogliere i germogli »); « ar » « campo »; « ar » « oro »; « arr » « noce ». Cfr. Λεξικὸν τῆς 'Αλβανικῆς γλώσσης ὑπὸ Κωνσταντίνου Χριστοφορίδου; Atene, 1904.

Secondo le regole, il corrispondente nome albanese moderno avrebbe dovuto essere press'a poco « zarε », « darε », « ᵹarε », « garε », ciò che avrebbe avuto, forse, valore relativo in rapporto alla voce « chara ».

Gli slavi hanno la voce « korien » « radice » — Fra *chara, arum* (*aru* nel celtico), *korien* etc. potranno indubbiamente esistere analogie, ma non è qui il caso di ricercarle in rapporto al nostro

indovinare quale avrebbe potuto essere la pianta. La lettera di Plutarco (1) non giovava di più della prosa di Svetonio (2) in queste ricerche perchè i due biografi di Giulio Cesare si limitano a parlare rispettivamente di una radice (3) e di un'erba (4) quando narrano le vicende dei due eserciti che stavano di fronte sull' Apsus.

La « Chara » non era dunque, secondo me, mai stata identificata. Il Pauly (5) non la conosce. E neppure il Freund (6). Così l'Othmar (7) e tanti altri. Il Koumanoudis, riferendosi probabilmente a questa pianta, scrive: « Chara », ἄγνωστον φυτόν (8). Finalmente le mie ricerche andavano prendendo una piega migliore. Uno dei più intelligenti valacchi albanesi che io abbia conosciuto, il signor Pietro Danisca, mi scriveva in data 7 ottobre 1907: « Dopo tante ricerche ho potuto trovare ciò che sia il nome della famosa

---

argomento. La lingua valacca che si parla in una grande parte dell'Albania centrale, non ha, da quanto mi consta, voci derivate da una radicale « car » o « char ». In mezzo a tanta ignoranza non si sa che il nome *chara* sia illirico o greco o di altre lingue. Ai tempi di Cesare la lingua dominante nel paese fra l'Acroceraunia e il Labeatium (dove principalmente si svolsero le operazioni militari che dovevano poi condurre a Farsaglia), era indubbiamente l'illirica, benchè, forse come oggi, non fossero scarse le infiltrazioni greche, specialmente alla costa, in forza delle colonie che i greci vi avevano stabilito. Io sono peraltro condotto a ritenere illirico il nome *chara* perchè, per quanto si possa pretendere dall' influenza di una civiltà più progredita in un paese dove questa stessa civiltà viene ad imporsi, ciò non può in linea assoluta portare a credere che la civiltà invadente possa imporre agli agricoltori ed ai pastori i vocaboli che si riferiscono ai prodotti della terra. Cesare dovette scrivere dunque « chara » ad orecchio perchè così gli indigeni pronunciavano questo nome. Si potrebbe domandare perchè la « Chara » non venisse usata anche dall'esercito di Pompeo, che pure soffriva la fame. Come mai, perciò, una pianta di cui « erat magna copia » e che era stata indubbiamente sperimentata, non venne nota a Pompeo, il quale ebbe campo di conoscere meglio il paese e di assimilarlo molto di più in confronto di Cesare?

(1) Secondo Suida, Plutarco avrebbe ricevuto cariche da Traiano e questo imperatore avrebbe dato istruzioni a tutti i magistrati dell'Illirio di regolarsi secondo il modo di vedere ed il giudizio di Plutarco, il quale fu poi arconte a Cheronea, sua patria, dove infine venne nominato gran sacerdote di Apollo, secondo quanto avea predetto l' oracolo di Delfo. Plutarco attinse probabilmente alle medesime fonti di Svetonio. E tali fonti sono, oltre gli scritti di Cesare medesimo e le storie di Livio, i comentari di Cornelio Balbo, il quale, al dire di Svetonio, fu amicissimo di Cesare, quelli di Irzio, quelli di C. Oppio, la storia in greco di Asinio Pollione, quelli di Strabone, che, secondo le testimonianze di Plutarco, scendevano fino alla morte di Cesare.

(2) L'opera « De vita Caesarum » fu scritta da Svetonio positivamente verso il 120 d. C. perchè egli la dedicò a Septicio Claro, chiamato nella dedica « praefectus praetorio », e questi coprì tale carica dal 119 al 121 d. C.

(3) 'Αλλὰ ῥίζαν τινὰ κόπτοντες οἱ στρατιῶται καὶ γάλακτι φυρῶντες προσεφέροντο. Καὶ ποτε καὶ διαπλάσαντες ἐξ αὐτῆς ἄρτους καὶ ταῖς προφυλακαῖς τῶν πολεμίων ἐπιδραμέντες ἔβαλλον εἴσω καὶ διεῤῥίπτουν, ἐπιλέγοντες, ὡς, ἄρχι ἂν ἡ γῆ τοιαύτας ἐκφέρῃ ῥίζας, οὐ παύσονται πολιουρκοῦντες Πομπήϊον. Plutarco Vit. Caes. XXXIX.

(4) Famem et ceteras necessitates, non quum obsiderentur modo, sed et si alios ipsi obsiderent, tanto opere tolerabant, ut Dyrrachium munitione Pompeius, viso genere panis ex herba, quo sustinebantur « cum feris sibi rem esse », dixerit, amoverique ocius, nec cuiquam ostendi jusserit, ne patientia et pertinacia hostis animi suorum frangerentur. Svetonio Op. Caes. LXVIII.

(5) A. Pauly: Real Encyclopädie der classichen Alterthumswissenschaft, Stuttgart, 1842-46.

(6) G. Freund: Grand Dictionnaire de la langue latine, Paris, 1855.

(7) L. Othmar: Botanik der alten Griechen et Römer, Gotha, 1859.

(8) Koumanoudis: Λεξικὸν Λατίνο-ἑλληνικὸν, Atene, 1873.

chara. In romeno la dicono « hàra » e da questo in albanese « hàraz » in cui l'à equivale all'e muta francese. Questa « hàra » è una pianta colle radici grosse come le patate, oppure le piccole barbabietole e sono molte lattose. Si trova in quantità nel Musachea e nel Sangiaccato di Durazzo ». Nessuno però aveva portato o mandato la pianta. Era tuttavia notizia di grande importanza sapere che i romeni albanesi chiamano « hàra » la « Chara » di Giulio Cesare. Questi romeni sono i discendenti dei superstiti delle legioni di Cesare (1), ossia di quei soldati che il grande capitano aveva prima lasciato a guardia del paese, quando il grosso dell'esercito in marcia su Farsaglia per i monti Candavii e la Macedonia andò ad occupare altre regioni, e poi in parte richiamò, dopo la sconfitta di Pompeo, a colonizzare le fertili pianure attraversate dall' Arzen, dallo Skumbi, dal Semani e dalla Vojussa. Quei coloni si chiamarono Farseroti da Farsalo, dove sbarcarono i rinforzi che Cesare mandò a prendere in Italia (2), e forse anche da Farsaglia, dove essi raccolsero la loro più grande vittoria.

Ma dal nome astratto all' identificazione della pianta era ancora grande la distanza e la scoperta stessa del nome, che sul principio mi aveva recato giusta gioia, avrebbe avuto un' importanza completamente effimera se non si fosse conosciuta la pianta. Il signor Danisca mi informava in seguito che era disgraziatamente venuto a morte nel suo villaggio il pastore dal quale aveva saputo il nome « hàra » e le particolarità della pianta tanto agognata. Senza perderci di coraggio raddoppiammo gli sforzi gentilmente sostenuti anche dal signor Cirillo Alessi di Durazzo e nel corso di questo estate, riuscimmo a trovare dopo lunghe peripezie la famiglia del nostro informatore, dalla quale potemmo avere le preziose radici. Oggi la « Chara » di Giulio Cesare resta perciò identificata con tutta certezza con l' *Asphodelus ramosus* (3), il quale è distribuito intensivamente in tutta la

---

(1) A. Baldacci: L'elemento latino nell' equilibrio balcanico, Roma, 1905. — C. N. Burileanu: Dela Romànii din Albania, Bucuresti, 1906.

(2) De Bello Civili Jul. Caes. III, 25.

(3) Sull' *Asphodelus ramosus* Clusius in Rar plan histor. lib. II, pag. 197, dice: « Istius radices videre memini, dum Olysippone Hispalim proficiscerer, aratro erutas, quae ducentos aut plures ab eodem capite pendentes, eosque crassos admodum napos haberent, quinquaginta aut amplius libras totam plantam pendisse putem. Itaque nihil mirum, si Plinius octoginta simul acervatis saepe bulbis referat ».

Il Lagusi V.: Erbuario Italo-Siciliano, pag. 16, Palermo, 1766, scrive: « Anfodillo maggiore: Sic. Cucunceddu, Lat. Asphodellus seu Hastula regia « ..... la sua radice è detersiva propria per provocar l' orina e per resistere al veleno ». Anfodillo minore: Sic. Cucuddu. Lat. Asphodellus minor: « la sua radice è incisiva, propria per provocare il mestruo alle femmine, e per nettare l' ulcere vecchie ».

Il Lamarck in Dict. Encycl. I, pag. 301, Paris 1789 è interessantissimo con la seguente notizia: « Sa racine est nourrissante (dell' *Asphodelus ramosus*) et l' on en tire une pulpe préparée qui, mêlée avec de la farine de bled ou d' orge et un peu de sel marin, sert à faire du pain dans les tems de disette. Elle est détersive, incisive, apéritive, emménagogue: elle resiste aux venins, déterge les vieux ulcéres, et résout le tumeurs ».

Nè il Cazin I. in Plantes médicinales, pag. 109, Paris, 1886, è meno interessante: « La culture en grand de l'Asphodèle offrirait une ressource précieuse si la pomme de terre, à cause de la maladie dont elle est atteinte, venait à manquer. Les bulbes desséchés fournissent une substance amylacée très nourrissante. On peut en faire une sorte de pain, ou la mêler au pain de froment comme la pomme de terre etc. ».

regione del Musakijà ed è una pianta che colà può veramente dirsi di grande diffusione. Essa, come sopra si è detto, viene chiamata « hàra » in taluni distretti romeni del Musakijà e « hàraz » in taluni altri albanesi; con altra voce romena si chiama « harz ». In albanese è però comunemente conosciuta col nome di « baθra ». Le foglie sono predilette dalle capre, pecore e vacche, i tuberi vengono mangiati dai porci. Nei tempi dì carestia la popolazione se ne serve ancora oggi come ai tempi di Cesare. Com'è noto questi tuberi contengono inulina ed una sostanza acre, che si perde con l'ebollizione o la disseccazione. L'*Asphodelus ramosus* si adopra per ottenere alcool con la fecola di cui sono ricchi i suoi tuberi. L'alcool così detto di Asfodelo è un prodotto dell'industria in Sicilia, in Sardegna, nella Maremma, in Provenza, nell'Algeria, nella Spagna ed altrove (1).

---

(1) Mentre correggo le bozze mi occorre di consultare l'opera del Pickering Ch.: Chronological History of Plants, n. 106, Boston, 1879, nella quale non solo l'*Asphodelus ramosus* è « .... mentionned as esculent by Hesiod, op. 40, Theophrastus, VII, 12, and the favourite diet of Pythagoras (Porphyr.): mentioned as growing wild by Homer. od XI. 538 to 573.... employed by the Numidians for building huts, a practice alluded to by Diodorus, XX. 57, etc », ma l'A. porta la notizia che dessa pianta è volgarmente conosciuta in greco moderno col nome di Karavouchi!

SOPRA LA DIMOSTRAZIONE DELLE FORMULE DELLA PRECESSIONE ANNUA IN ASCENSIONE RETTA E IN DECLINAZIONE

NOTA

DEL

Prof. MICHELE RAJNA

(letta nell' adunanza del 15 marzo 1908).

Indichiamo con λ e β le coordinate eclittiche di una stella riferite all' equinozio medio 1750, 0 ; e con α e δ le coordinate equatoriali della medesima stella riferite all' equinozio medio $1750 + t$. Poniamo inoltre

ψ = precessione lunisolare (in longitudine) durante l' intervallo di t anni ;

θ = precessione planetaria (in ascensione retta) durante l' intervallo medesimo ;

ε = obliquità dell' eclittica fissa (1750, 0) rispetto all' equatore dell' epoca $1750 + t$.

Queste ultime tre quantità sono date, cioè calcolabili mediante le loro note espressioni in funzione del tempo.

Considerando allora come punto equinoziale provvisorio l' intersezione dell' eclittica fissa 1750, 0 con l' equatore $1750 + t$, le formule di trasformazione delle coordinate eclittiche in coordinate equatoriali dànno

$$\left.\begin{aligned} \cos\beta\cos(\lambda+\psi) &= \cos\delta\cos(\alpha+\theta) \\ \cos\beta\sin(\lambda+\psi) &= \cos\delta\sin(\alpha+\theta)\cos\varepsilon + \sin\delta\sin\varepsilon \\ \sin\beta &= -\cos\delta\sin(\alpha+\theta)\sin\varepsilon + \sin\delta\cos\varepsilon \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

e reciprocamente

$$\left.\begin{aligned} \cos\delta\cos(\alpha+\theta) &= \cos\beta\cos(\lambda+\psi) \\ \cos\delta\sin(\alpha+\theta) &= \cos\beta\sin(\lambda+\psi)\cos\varepsilon - \sin\beta\sin\varepsilon \\ \sin\delta &= \cos\beta\sin(\lambda+\psi)\sin\varepsilon + \sin\beta\cos\varepsilon \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Di qui si ricavano facilmente le espressioni approssimate di $\frac{d\alpha}{dt}$ e $\frac{d\delta}{dt}$, cioè le solite espressioni della precessione annua in ascensione retta e in declinazione.

Differenziamo le equazioni (2) considerando β ed ε come costanti, cosa che è lecita, naturalmente, solo per moderati intervalli di tempo. La 3ª equazione dà

$$d\delta \cdot \cos\delta = d\psi \cdot \cos\beta \cos(\lambda + \psi) \sin\varepsilon$$

ossia, in causa della 1ª delle stesse (2)

$$d\delta = d\psi (\cos\alpha \cos\theta - \sin\alpha \sin\theta) \sin\varepsilon .$$

Ma essendo θ una quantità piccola, possiamo fare

$$\cos\theta = 1 \qquad\qquad \sin\theta = \theta$$

e inoltre si può trascurare il prodotto $d\psi \cdot \theta \sin\alpha$, che è di 2° ordine.

Così abbiamo

$$d\delta = d\psi \cos\alpha \sin\varepsilon .$$

Passiamo a ricavare l'espressione di $d\alpha$. Dalle prime due equazioni (2) si ha

$$\operatorname{tg}(\alpha + \theta) = \operatorname{tg}(\lambda + \psi) \cos\varepsilon - \frac{\operatorname{tg}\beta \sin\varepsilon}{\cos(\lambda + \psi)} .$$

Differenziando questa equazione, sempre nell' ipotesi di β ed ε costanti, si ha

$$\frac{d(\alpha + \theta)}{\cos^2(\alpha + \theta)} = \frac{d\psi \cos\varepsilon}{\cos^2(\lambda + \psi)} - \frac{d\psi \operatorname{tg}\beta \sin\varepsilon \sin(\lambda + \psi)}{\cos^2(\lambda + \psi)} \tag{3}$$

Ora la 1ª e la 3ª delle (2) dànno

$$\cos(\lambda + \psi) = \frac{\cos\delta}{\cos\beta} \cos(\alpha + \theta)$$

$$\sin(\lambda + \psi) = \frac{\sin\delta - \sin\beta \cos\varepsilon}{\cos\beta \sin\varepsilon}$$

da cui

$$\frac{\sin(\lambda+\psi)}{\cos(\lambda+\psi)}=\frac{\sin\delta-\sin\beta\cos\varepsilon}{\sin\varepsilon\cos\delta\cos(\alpha+\theta)}$$

$$\frac{\sin(\lambda+\psi)}{\cos^2(\lambda+\psi)}=\frac{(\sin\delta-\sin\beta\cos\varepsilon)\cos\beta}{\sin\varepsilon\cos^2\delta\cos^2(\alpha+\theta)}\,.$$

Sostituendo nella (3) e togliendo il fattore $\frac{1}{\cos^2(\alpha+\theta)}$ comune a tutti i termini si ottiene

$$d\alpha+d\theta=\frac{d\psi\cos\varepsilon\cos^2\beta}{\cos^2\delta}-\frac{d\psi\,\mathrm{tg}\,\beta\sin\varepsilon(\sin\delta-\sin\beta\cos\varepsilon)\cos\beta}{\sin\varepsilon\cos^2\delta}$$

$$d\alpha+d\theta=\frac{d\psi}{\cos^2\delta}\{\cos\varepsilon\cos^2\beta-\sin\beta(\sin\delta-\sin\beta\cos\varepsilon)\}$$

$$d\alpha+d\theta=\frac{d\psi}{\cos^2\delta}(\cos\varepsilon-\sin\beta\sin\delta).$$

Di qui si elimina $\sin\beta$ mediante la 3ª delle equazioni (1), e si trova

$$d\alpha+d\theta=\frac{d\psi}{\cos^2\delta}\{\cos\varepsilon+\sin\delta\cos\delta\sin(\alpha+\theta)\sin\varepsilon-\sin^2\delta\cos\varepsilon\}$$

Ora nei limiti d' approssimazione adottata si ha

$$\sin(\alpha+\theta)=\sin\alpha+\cos\alpha\cdot\theta$$

e quindi

$$d\alpha+d\theta=\frac{d\psi}{\cos^2\delta}\{\cos\varepsilon\cos^2\delta+\sin\delta\cos\delta(\sin\alpha+\theta\cos\alpha)\sin\varepsilon\}\cdot$$

Nel 2° membro si può trascurare il termine in $d\psi\cdot\theta$, che è di 2° ordine, e così si ottiene

$$d\alpha+d\theta=d\psi(\cos\varepsilon+\mathrm{tg}\,\delta\sin\alpha\sin\varepsilon)\cdot$$

Abbiamo dunque le due espressioni cercate

$$\frac{d\alpha}{dt} = -\frac{d\theta}{dt} + \frac{d\psi}{dt} (\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \sin \alpha \operatorname{tg} \delta)$$

$$\frac{d\delta}{dt} = \frac{d\psi}{dt} \sin \varepsilon \cos \alpha \cdot$$

Per brevità si pone

$$m = -\frac{d\theta}{dt} + \frac{d\psi}{dt} \cos \varepsilon$$

$$n = \frac{d\psi}{dt} \sin \varepsilon$$

e allora si ha

$$\frac{d\alpha}{dt} = m + n \sin \alpha \operatorname{tg} \delta$$

$$\frac{d\delta}{dt} = n \cos \alpha \cdot$$

Queste sono le espressioni ordinarie della precessione annua in ascensione retta e in declinazione.

SULLE CURVE A DOPPIA CURVATURA IN GEOMETRIA ELLITTICA

MEMORIA

DEL

PROF. AMILCARE RAZZABONI

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1908)

1. Supposta per semplicità uguale ad 1 la curvatura dello spazio ellittico a tre dimensioni che consideriamo, sia C una curva definita mediante le coordinate di Weierstrass, cioè mediante quattro variabili x_0, x_1, x_2, x_3 legate fra loro dalla relazione

$$x_0^2 + x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1 ;$$

avremo allora, come è noto, per il quadrato del suo elemento lineare la formola:

$$ds^2 = dx_0^2 + dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 .$$

Eguagliando a zero la variazione prima dell' integrele $\int_{s_0}^{s_1} ds$, che esprime la lunghezza delle infinite curve dello spazio aventi gli stessi estremi nei punti $x_i^{(0)}$, $x_i^{(1)}$ corrispondenti ai valori s_0, s_1 di s, si trovano facilmente l' equazioni:

$$\frac{d^2 x_i}{ds^2} + x_i = 0 \qquad (i = 0,\ 1,\ 2,\ 3),$$

che, integrate, danno subito luogo alle altre in termini finiti:

$$x_i = x_i^{(0)} \cos s + \xi_i^{(0)} \operatorname{sen} s ,$$

che sono quelle delle geodetiche (rette) dello spazio che consideriamo. In esse la s potrà assumere qualunque valore reale fra o e π ovvero fra o e 2π, secondo che il nostro spazio sarà considerato semplice o doppio, mentre le costanti $x_i^{(0)}$, $\xi_i^{(0)}$ non sono altro che i valori di x_i e $\frac{dx_i}{ds}$ corrispondenti ad $s = 0$.

Se dunque x_i sono le coordinate di un punto dato e ξ_i i coseni di una direzione per quel punto, per esso e in quella direzione passerà una retta ed una sola le cui

equazioni saranno

$$X_i = x_i \cos d + \xi_i \operatorname{sen} d \tag{1}$$

denotando X_i le coordinate di un punto mobile di essa (coordinate correnti) e d la sua distanza dal punto fisso; mentre l'equazione di un piano sarà espressa da

$$\sum_{i=0}^{i=3} X_i \xi_i = 0 \tag{2}$$

indicando ξ_i i coseni di direzione della normale, che non sono altro che le coordinate del polo rispetto all'assoluto.

Dalle (1) segue subito che la distanza d di due punti (x_i, x'_i) sarà data dalla formola

$$\cos d = \Sigma x_i x'_i \tag{3}$$

e quella di un punto x'_i da un piano (2) da

$$\operatorname{sen} d = \Sigma x'_i \xi_i , \tag{4}$$

come si deduce facilmente osservando che per le (1) si ha

$$x'_i = x_i \cos d + \xi_i \operatorname{sen} d ;$$

mentre per l'angolo φ di due piani ξ_i, ξ'_i si troverà la formola correlativa alla (3)

$$\cos \varphi = \Sigma \xi_i \xi'_i .$$

2. Premesse queste formole, che abbiamo riassunte dalle lezioni di Geometria differenziale del prof. Bianchi, si può stabilire col Voss il concetto di curvatura e renderlo suscettibile di misura nel modo seguente:

Si prendano sulla curva, a partire da un punto M, e sulla tangente in esso, due piccoli archi di eguale lunghezza Δs e si indichi con d la distanza dei loro estremi. Poichè nello spazio ordinario il limite del rapporto di $2d$ a $\overline{\Delta s}^2$ è eguale aila 1ª curvatura della curva nel punto considerato, e questo ltmite, opportunamente calcolato, ha nel nostro caso il valore $\sqrt{\Sigma \left(\frac{d^2 xi}{ds^2} + x_i \right)^2}$, ne segue che esso verrà assunto come definizione e misura della curvatura di C in M. Indicandola con $\frac{1}{\rho}$ si avrà quindi

$$\frac{1}{\rho} = \sqrt{\Sigma \left(\frac{d^2 xi}{ds^2} + x_i \right)^2} ; \tag{6}$$

mentre pei coseni di direzione della *normale principale* alla curva si troverà la formola:

$$\eta_i = \rho \left(\frac{d^2 x_i}{ds^2} + x_i \right) . \tag{7}$$

Quanto alla 2ª curvatura o *torsione* della curva, mantenendo invariate le ordinarie nozioni e definizioni e indicando con ζ_i i coseni di direzione della normale al piano

osculatore in M, si troverà per essa il valore

$$\frac{1}{T} = \pm \sqrt{\Sigma\left(\frac{d\zeta_i}{ds}\right)^2} \tag{8}$$

perfettamente analogo a quello dello spazio ordinario. Lo stesso dicasi del senso da considerarsi positivo per le tre direzioni principali rispetto alle quali ci limiteremo ad osservare che avrà luogo la relazione:

$$\begin{vmatrix} x_0 & x_1 & x_2 & x_3 \\ \xi_0 & \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 \\ \eta_0 & \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 \\ \zeta_0 & \zeta_1 & \zeta_2 & \zeta_3 \end{vmatrix} = +1 \tag{9}$$

rappresentando come sopra le x_i le coordinate dei punti delle curve e le ξ_i, η_i, ζ_i i coseni di direzione della tangente, della normale principale e della binormale alla curva stessa.

Per mezzo delle formole ottenute si deducono ancora le seguenti, fondamentali per la teoria delle curve:

$$\frac{dx_i}{ds} = \xi_i, \quad \frac{d\xi_i}{ds} = \frac{\eta_i}{\rho} - x_i, \quad \frac{d\eta_i}{ds} = -\frac{\xi_i}{\rho} - \frac{\zeta_i}{T}, \quad \frac{d\zeta_i}{ds} = \frac{\eta_i}{T} \tag{10}$$

che offrendo una grandissima analogia, come si vede, con le formole ordinarie del Frenet, vennero perciò designate dal prof. Bianchi, che pel primo le determinò (*), con lo stesso nome.

3. Se ora si considera in ogni punto della curva il triedro formato dalla tangente, dalla normale principale e dalla binormale, le tre faccie del medesimo, col variare del punto sulla curva, daranno luogo a tre sviluppabili, di cui qui ci limiteremo a considerare quella generata dal piano normale (*sviluppabile polare*) per il maggiore interesse che questo caso presenta sugli altri due.

A tale oggetto scriviamo l' equazione

$$\Sigma X_i \xi_i = 0 \tag{a}$$

del piano normale alla curva in un punto M e deriviamola rispetto all' arco s; avendo riguardo alle formole del Frenet, otterremo subito l' equazione

$$\Sigma X_i\left(\frac{\eta_i}{\rho} - x_i\right) = 0 \tag{b}$$

che associata alla (a) ci rappresenterà la caratteristica del nostro piano. Ora, se a partire da M prendiamo sulla normale principale e nel suo verso positivo un segmento w tale che si abbia per esso

$$\rho = \operatorname{tang} w, \tag{11}$$

(*) *Sulle superficie a curvatura nulla in geometria ellittica* (Annali di Matematica 1895).

e se chiamiamo *centro di curvatura* della curva nel punto M l'estremità M_1 del segmento, vedremo facilmente che detta caratteristica sarà precisamente la normale in M_1 al piano osculatore nel punto considerato M della curva (asse polare).

Indicando infatti con $x_i^{(1)}$ le coordinate del punto M_1, si ha

$$x_i^{(1)} = x_i \cos w + \eta_i \operatorname{sen} w \tag{12}$$

e quindi per le equazioni della normale in M_1 al piano osculatore troveremo

$$X_i = (x_i \cos w + \eta_i \operatorname{sen} w) \cos t + \zeta_i \operatorname{sen} t \tag{13}$$

essendo t la lunghezza variabile che fissa la posizione dei punti della retta a partire da M_1. E poichè, sostituendo nelle (a) e (b), l'equazioni stesse per la (11) vengono subito soddisfatte, ne concludiamo che la caratteristica del piano normale di una curva coincide precisamente coll'asse polare della curva stessa come avevamo affermato. Per determinare poi lo spigolo di regresso della nostra sviluppabile dovremo derivare la (b) ed associare ad essa e alle (a) l'equazione

$$\Sigma X_i\left(x_i \frac{d\rho}{ds} + \frac{\zeta_i}{T}\right) = 0 \tag{c}$$

che ne risulta. Se dunque indichiamo con $x_i^{(0)}$ le coordinate dei punti corrispondenti dello spigolo di regresso, sostituendo nella (c) i valori (13) delle X_i, dovrà t soddisfare l'equazione

$$\frac{d\rho}{ds} \cos w \cos t + \frac{\operatorname{sen} t}{T} = 0$$

da cui

$$\operatorname{tang} t = -T \frac{d\rho}{ds} \cos w \tag{14}$$

e allora per la (13)

$$x_i^{(0)} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(T \frac{d\rho}{ds} \cos w\right)^2}} \left\{ x_i \cos w + \eta_i \operatorname{sen} w - \left(T \frac{d\rho}{ds} \cos w\right) \zeta_i \right\} \tag{15}$$

ovvero per la (11)

$$x_i^{(0)} = \frac{\cos w}{\sqrt{1 + \left(T \frac{d\rho}{ds} \cos w\right)^2}} \left\{ x_i + \rho \eta_i - \left(T \frac{d\rho}{ds}\right) \zeta_i \right\};$$

ma, se indichiamo con R la distanza dei punti corrispondenti M, M_0, abbiamo per la (3)

$$\cos R = \frac{\cos w}{\sqrt{1 + \left(T \frac{d\rho}{ds} \cos w\right)^2}}; \tag{16}$$

per conseguenza potremo scrivere le formole:

$$(17) \qquad x_i^{(0)} = \cos R\left(x_i + \eta_i \rho - T\frac{d\rho}{ds}\zeta_i\right)$$

che sono appunto quelle che volevano determinare (*).

Potremo dare ad R un' altra espressione che importa notare e che si ottiene subito eliminando la w dalla (16) per mezzo della (11), con che si ha

$$(18) \qquad \operatorname{tang}^2 R = \rho^2 + \left(T\frac{d\rho}{ds}\right)^2.$$

4. Fra tutte le sfere che passono per un punto dato di una curva, ve ne ha una che in un intorno piccolissimo di esso si scosta meno delle altre e che perciò diremo *sfera osculatrice della curva*. Ne determineremo ora il centro e mostreremo che esso coincide precisamente col punto di contatto dell' asse polare col suo inviluppo, cosicchè il raggio di detta sfera non sarà altro che la distanza fra i punti corrispondenti delle due curve considerate. Se indichiamo infatti con $x_i^{(0)}$ le coordinate del centro di una sfera qualunque per M e con R il raggio, potremo rappresentarla per la (3) coll' equazione

$$(19) \qquad \Sigma x_i^{(0)} X_i = \cos R$$

denotando X_i coordinate correnti. Se ora M' è un punto della curva vicinissimo ad M e se ne indichiamo con R' la distanza dal centro, avremo

$$\cos R' = \Sigma x_i^{(0)} x_i(s + \Delta s)$$

ove Δs rappresenta un accrescimento piccolissimo dell' arco s, ovvero, sviluppando $x_i(s + \Delta s)$ per le potenze di Δs,

$$(20) \qquad \cos R' = \cos R + \Delta s \Sigma x_i^{(0)} \frac{dx_i}{ds} + \frac{\Delta s^2}{2} \Sigma x_i^{(0)} \frac{d^2 x_i}{ds^2} + \frac{\Delta s^3}{6} \Sigma x_i^{(0)} \frac{d^3 x_i}{ds^3} + \varepsilon,$$

avuto riguardo alla formola

$$(21) \qquad \cos R = \Sigma x_i^{(0)} x_i$$

che esprime che il punto M si trova sulla superficie della sfera, e rappresentando ε un infinitesimo del 4° ordine.

Se dunque poniamo l' equazioni di condizione

$$(22) \qquad \Sigma x_i^{(0)} \frac{dx_i}{ds} = 0, \qquad \Sigma x_i^{(0)} \frac{d^2 x_i}{ds^2} = 0, \qquad \Sigma x_i^{(0)} \frac{d^3 x_i}{ds^3} = 0,$$

potremo determinare da esse le coordinate $x_i^{(0)}$ del centro della nostra sfera e per la (21) il raggio; ma poichè le (22) coincidono manifestamente con la (a), (b), (c) del n.° precedente, ne segue che i corrispondenti valori delle $x_i^{(0)}$ saranno precisamente quelli espressi dalle (17); mentre per il raggio R della sfera avrà luogo la (18), che cor-

(*) Cfr. Killing, Ueber nicht euklidische Geometrie.

risponde perfettamente alla nota formola dello spazio ordinario. Quanto all'ordine di contatto che la sfera ha colla curva, osservando che per la (20) in forza delle (22) si ha

$$\cos R' - \cos R = \varepsilon ,$$

ossia

$$2 \operatorname{sen} \frac{R - R'}{2} \operatorname{sen} \frac{R + R'}{2} = \varepsilon ,$$

si vede subito che la differenza $R' - R$ è infinitesima dello stesso ordine di ε cioè del 4°.

Esaminiamo in quali casi il raggio della sfera osculatrice potrà essere costante.

Derivando perciò la (18), ne seguirà l'equazione

$$T \frac{d\rho}{ds} \left\{ \frac{\rho}{T} + \frac{d}{ds}\left(T \frac{d\rho}{ds}\right) \right\} = 0$$

dalla quale, non potendo T esser zero, avrà luogo l'una o l'altra delle due

$$(a) \qquad \frac{d\rho}{ds} = 0 , \quad \frac{\rho}{T} + \frac{d}{ds}\left(T \frac{d\rho}{ds}\right) = 0 .$$

La 1ª ci esprime che la curva è a flessione costante, e poichè l'equazione (17) della linea dei centri delle sfere occulatrici si riducono alle

$$(23) \qquad x_i^{(0)} = x_i \cos R + \eta_i \operatorname{sen} R ,$$

e queste rappresentano la linea dei centri di curvatura della curva, se ne conclude che in questo caso le due linee coincidono. Per vedere poi qual'è la relazione geometrica che passa fra la curva C e la linea C_0, luogo dei suoi centri di curvatura, deriviamo la (23) e si avrà

$$dx_i^{(0)} = -\frac{\operatorname{sen} R}{T} \zeta_i ds$$

da cui

$$ds_0 = \pm \frac{\operatorname{sen} R}{T} ds$$

avendo indicato con ds_0 l'arco elementare della C_0. Distinguendo in modo simile gli altri elementi di questa curva, avremo subito:

$$\xi_i^{(0)} = \mp \zeta_i ,$$

da cui

$$\frac{d\xi_i^{(0)}}{ds_0} = -\frac{1}{\operatorname{sen} R} \eta_i ;$$

e poichè si ha per le formole del Frenet

$$\frac{d\xi_i^{(0)}}{ds_0} = \frac{\eta_i^{(0)}}{\rho_0} - x_i^{(0)},$$

otterremo facilmente

$$\frac{\eta_i^{(0)}}{\rho_0} = \left(x_i - \frac{\eta_i}{\rho}\right) \cos R \,, \tag{24}$$

dalla quale, quadrando e sommando e avendo riguardo alla formola

$$\rho = \operatorname{tang} R \,,$$

eeguirà l'altra

$$\rho_0 = \rho$$

e quindi anche dalle (22) stesse

$$\eta_i^{(0)} = x_i \operatorname{sen} R - \eta_i \cos R \,. \tag{25}$$

Vediamo intanto che le curve hanno eguale la flessione; quanto alla torsione, basterà derivare la (25) e ricorrendo nuovamente alle formole del Frenet, troveremo

$$\frac{-\zeta_i^{(0)}}{T_0} = \pm \frac{T}{\operatorname{sen}^2 R}\, \xi_i \tag{26}$$

da cui, quadrando e sommando,

$$\frac{1}{T_0^2} = \frac{T^2}{\operatorname{sen}^4 R}$$

vale a dire

$$TT_0 = \operatorname{sen}^2 R = \frac{\rho^2}{1+\rho^2} \tag{27}$$

od anche

$$\frac{1}{TT_0} = 1 + \frac{1}{\rho^2} \,.$$

Questa formola ci esprime che il prodotto delle torsioni delle due curve è costante ed uguale all'unità aumentata del quadrato della flessione: eliminando poi la T_0 fra le (26) e (27) troveremo anche

$$\zeta_i^{(0)} = \pm \xi_i \,,$$

e così saranno determinati tutti gli elementi della C_0 in relazione a quelli della C. È poi facile vedere che come la C_0 è la curva luogo dei centri di curvatura della C, questa alla sua volta è la curva luogo dei centri di curvatura della C_0; giacchè se fra le (23) e (25) eliminiamo le η_i, otteniamo subito l'equazione

$$x_i = x_i^{(0)} \cos R + \eta_i^{(0)} \operatorname{sen} R \,.$$

Venendo all'altro caso, che cioè abbia luogo la 2ª della (a), siccome dalle (17) segue subito, derivando,

$$dx_i^{(0)} = -\cos R \left\{ \frac{\rho}{T} + \frac{d}{ds}\left(T \frac{d\rho}{ds}\right) \right\} \zeta_i ds \,,$$

dovrà essere perciò $dx_i^{(0)} = 0$, ossia $x_i^{(0)} = \text{cost.}$

E poichè si ha identicamente per le (17)

$$\Sigma x_i^{(0)} x_i = \cos R\,,$$

ne concludiamo che la curva giace sulla sfera fissa

$$\Sigma x_i^{(0)} X_i = \cos R$$

e che per couseguenza la 2^a delle (a) è l'equazione caratteristica delle curve sferiche anche nello spazio ellittico.

5. Passiamo ora a risolvere le questioni relative alle evolute e alle evolventi delle curve rispetto alle quali manterremo invariate le ordinarie definizioni.

Incominciando dalla seconda delle accennate questioni, sia C una curve data, x_i le coordinate di un punto mobile M di essa ed x'_i quelle del punto corrispondente M' di una sua evolvente C': avremo evidentemente

$$x'_i = x_i \cos s - \xi_i \operatorname{sen} s \tag{26}$$

ove s indica la lunghezza dell'arco della C contato nel senso degli archi crescenti. Da questa si ha, derivando e facendo uso delle formole del Frenet,

$$\frac{dx_i}{ds} = -\frac{\eta_i}{\rho} \operatorname{sen} s$$

da cui

$$ds' = \frac{\operatorname{sen} s}{\rho} ds$$

e quindi

$$\xi'_i = \frac{dx'_i}{ds'} = -\eta_i\,. \tag{27}$$

Possiamo anche facilmente vedere che tutte le ∞^1 evolventi determinate dalle (26) sono traiettorie ortagonali delle tangenti alla C.

Per questo determiniamo i coseni direttori della $M'M$ nel punto M'; chiamandoli λ'_i ed osservando che la lunghezza $M'M$ è eguale ad s, avremo

$$x_i = x'_i \cos s + \lambda'_i \operatorname{sen} s$$

da cui, sostituendo ad x'_i i loro valori (26)

$$\lambda'_i = x_i \operatorname{sen} s + \xi_i \cos s$$

e quindi per le (27)

$$\Sigma \xi'_i \lambda'_i = -\operatorname{sen} s\, \Sigma x_i \eta_i - \cos s\, \Sigma\, \xi_i \eta_i = 0\,.$$

Proponiamoci ora inversamente di determinare le evolute C' di una curva data C.

Mantenendo ferme le consuete notazioni, dovremo esprimere che la MM' è al tempo stesso normale alla C in M e tangente alla C' in M'.

Indicando perciò con τ la lunghezza del segmento MM' e con α l'angolo che il

segmento stesso forma con la normale principale alla C, avremo evidentemente

$$x_i' = x_i \cos\tau + (\eta_i \cos\alpha + \zeta_i \operatorname{sen}\alpha) \operatorname{sen}\tau \,. \tag{28}$$

Per determinare le due incognite α e τ, deriviamo le (28) ed ordiniamole; troveremo le formole

$$\begin{aligned} \frac{dx_i}{ds} = &- \operatorname{sen}\tau \frac{d\tau}{ds} \cdot x_i + \left(\cos\tau - \frac{\cos\alpha \operatorname{sen}\tau}{\rho}\right)\xi_i \\ &+ \left\{ \frac{\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen}\tau}{T} + \cos\alpha \cos\tau \frac{d\tau}{ds} - \operatorname{sen}\tau \operatorname{sen}\alpha \right\}\eta_i \\ &+ \left\{ -\frac{\cos\alpha \operatorname{sen}\tau}{T} + \operatorname{sen}\alpha \cos\tau \frac{d\tau}{ds} + \operatorname{sen}\tau \cos\alpha \frac{d\alpha}{ds} \right\}\zeta_i \,; \end{aligned}$$

mentre, indicando con λ_i' i coseni di direzione della $M'M$ in M, sarà

$$x_i = x_i' \cos\tau - \lambda_i' \operatorname{sen}\tau$$

da cui, sostituendo ad x_i' i loro valori (28),

$$\lambda_i' = - x_i \operatorname{sen}\tau + (\eta_i \cos\alpha + \zeta_i \operatorname{sen}\alpha) \cos\tau \,. \tag{29}$$

E poichè, indicando con θ un fattore di proporzionalità, deve aversi

$$\frac{dx_i'}{ds} - \theta\lambda_i' = 0 \,,$$

sostituendo a $\frac{dx_i'}{ds}$ e a λ_i' i loro valori, dovranno essere soddisfatte le equazioni

$$\begin{aligned} &\left(- \operatorname{sen}\tau \frac{d\tau}{ds} + \theta \operatorname{sen}\tau\right)x_i + \left(\cos\tau - \frac{\cos\alpha \operatorname{sen}\tau}{\rho}\right)\xi_i \\ &+ \left\{ \frac{\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen}\tau}{T} + \cos\alpha \cos\tau \frac{d\tau}{ds} - \operatorname{sen}\tau \operatorname{sen}\alpha \frac{d\alpha}{ds} - \theta \cos\alpha \cos\tau \right\}\eta_i \\ &+ \left\{ -\frac{\cos\alpha \operatorname{sen}\tau}{T} + \operatorname{sen}\alpha \cos\tau \frac{d\tau}{ds} + \operatorname{sen}\tau \cos\alpha \frac{d\alpha}{ds} - \theta \operatorname{sen}\alpha \cos\tau \right\}\zeta_i = 0 \end{aligned}$$

le quali formano un sistema lineare ed omogeneo di quattro equazioni a quattro incognite. Se poi si osserva che il determinante dei loro coefficienti è eguale ad uno, seguiranno subito le altre:

$$\theta = \frac{d\tau}{ds} \,, \quad \cos\tau - \frac{\cos\alpha \operatorname{sen}\tau}{\rho} = 0 \,,$$

$$\frac{\operatorname{sen}\alpha \cos\tau}{T} + \cos\alpha \cos\tau \frac{d\tau}{ds} - \operatorname{sen}\tau \operatorname{sen}\alpha \frac{d\alpha}{ds} - \theta \cos\alpha \cos\tau = 0 \,,$$

$$-\frac{\cos\alpha \cos\tau}{T} + \operatorname{sen}\alpha \cos\tau \frac{d\tau}{ds} + \operatorname{sen}\tau \cos\alpha \frac{d\alpha}{ds} - \theta \operatorname{sen}\alpha \cos\tau = 0,$$

da cui

$$\cos\tau - \frac{\cos\alpha \operatorname{sen}\tau}{\rho} = 0\,, \qquad \frac{d\alpha}{ds} = \frac{1}{T}$$

e finalmente

$$\alpha = \int \frac{ds}{T}\,, \qquad \cot\tau = \frac{\cos\alpha}{\rho}\,;$$

sicchè il problema si risolve con una quadratura per mezzo delle formole:

$$(28^\star) \qquad x'_i = \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \cos^2\alpha}} \left\{ (x_i + \rho\eta_i)\cos\alpha + \rho\zeta_i \operatorname{sen}\alpha \right\}.$$

Possiamo facilmente vedere che tutte le ∞^1 evolute di una curva giacciono sulla sviluppabile polare della curva stessa. Consideriamo infatti una qualunque delle evolute (28*), nelle quali alla costante arbitraria contenuta in α intenderemo attribuito un valore determinato, e sostituiamo a ρ il suo valore $\operatorname{tang} w$: avremo quindi

$$x'_i = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}} \left\{ (x_i \cos w + \eta_i \operatorname{sen} w)\cos\alpha + \zeta_i \operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen} w \right\},$$

ovvero

$$(29) \qquad x'_i = (x_i \cos w + \eta_i \operatorname{sen} w)\cos t + \zeta_i \operatorname{sen} t$$

avendo posto

$$\cos t = \frac{\cos\alpha}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}}\,, \qquad \operatorname{sen} t = \frac{\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen} w}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}}\,;$$

ma la (29) per un determinato valore di w è l'equazione dell'asse polare corrispondente, sicchè vediamo che la nostra curva giace tutta sulla sviluppabile polare ed incontra le singole generatrici ad una distanza t dal centro di curvatura data dalla formola

$$(30) \qquad \operatorname{tang} t = \operatorname{tang}\alpha \operatorname{sen} w\,.$$

Nel caso che l'evolvente sia piana, dovendo allora essere $\frac{1}{T} = 0$, ne segue che sarà α costante e le corrispondenti evolute saranno tutte rappresentate dalla (29); fra queste vi sarà l'evoluta piana (corrispondente al valore zero di α), e poichè la sviluppabile polare è in tal caso l'insieme delle normali al piano dell'evolvente lungo la sua evoluta piana, ne segue che tutte le altre evolute verranno a trovarsi su detta superficie.

Volendo determinare l'angolo sotto il quale le diverse evolute incontrano le generatrici della sviluppabile considerata, deriviamo le (29) rispetto a w e, avuto riguardo alla (30), otterremo:

$$\frac{dx'_i}{dw} = x_i\left(- \operatorname{sen} w \cos t - \cos w \operatorname{sen} t \frac{dt}{dw}\right)$$
$$+ \eta_i\left(\cos w \cos t - \frac{dt}{dw} \operatorname{sen} w \operatorname{sen} t\right) + \zeta_i \frac{dt}{dw} \cos t$$

da cui, quadrando e sommando ed osservando che si ha per la (30)

$$\frac{dt}{dw} = \frac{\operatorname{sen}\alpha \cos\alpha \cos w}{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w},$$

troveremo dopo alcune riduzioni

$$\sum \left(\frac{dx'_i}{dw}\right)^2 = \frac{\cos^2\alpha}{(\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w)^2}.$$

Detto quindi ds_1 l'arco elementare di una qualunque delle evolute considerate, avremo

$$ds_1 = \frac{\cos\alpha dw}{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}$$

e pei coseni di direzione della tangente

$$\frac{dx'_i}{ds_1} = -\frac{\operatorname{sen} w}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}} x_i + \frac{\cos^2\alpha \operatorname{sen} w}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}} \eta_i$$
$$+ \frac{\operatorname{sen}\alpha \cos\alpha \cos w}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}} \zeta_i.$$

Pei coseni di direzione della generatrice della sviluppabile polare nel punto ove essa è incontrata dall'evoluta, dovremo derivare le (29) rispetto a t e sostituire poi alla variabile stessa il valore (30) che ha al punto d'incontro e troveremo subito

$$\frac{dx'_i}{dt} = -\frac{\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen} w \cos w}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}} x_i - \frac{\operatorname{sen}\alpha \operatorname{sen}^2 w}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}} \zeta_i$$
$$+ \frac{\cos\alpha}{\sqrt{\operatorname{sen}^2 w + \cos^2\alpha \cos^2 w}} \zeta_i.$$

Sostituendo finalmente nella formola

$$\cos\varphi = \sum \frac{dx'_i}{ds_1} \frac{dx'_i}{dt}$$

che misura l'angolo φ delle due direzioni considerate, avremo l'espressione semplicissima

$$\cos\varphi = \operatorname{sen}\alpha \cos w.$$

6. Mostriamo ancora come possa risolversi il problema della determinazione delle curve che hanno le normali principali comuni e come esso non differisca essenzialmente dal corrispondente in geometria euclidea.

Siano infatti C e C' due curve che soddisfino alle condizioni volute e siano M, M' due punti corrispondenti; allora, indicando con K la porzione di normale principale compresa fra le due curve, avremo l'equazioni:

$$x'_i = x_i \cos K + \eta_i \operatorname{sen} K, \tag{31}$$

da cui, derivando ed ordinando,

$$\frac{dx'_i}{ds} = -x_i \operatorname{sen} K \frac{dK}{ds} + \xi_i \left(\cos K - \frac{\operatorname{sen} K}{\rho} + \eta_i \cos K \frac{dK}{ds} - \zeta_i \frac{\operatorname{sen} K}{T}\right): \tag{32}$$

ma se con λ'_i indichiamo i coseni di direzione della MM' in M' troviamo subito

$$\lambda'_i = \eta_i \cos K - x_i \operatorname{sen} K, \tag{a}$$

perciò, esprimendo che la MM' è normale alla C', dovrà essere soddisfatta la condizione d'ortogonalità

$$\sum \lambda'_i \frac{dx'_i}{ds} = \frac{dK}{ds} = 0$$

da cui $K = \text{cost}$, come del resto, è evidente essendo C, C' traiettorie ortogonali delle rette MM' (geodetiche dalla rigata). Introducendo nelle (32) questa condizione, si avranno le formole più semplici

$$\frac{dx'_i}{ds} = \left(\cos K - \frac{\operatorname{sen} K}{\rho}\right)\xi_i - \frac{\operatorname{sen} K}{T}\zeta_i, \tag{33}$$

e poichè da queste segue subito

$$ds'^2 = \left\{\left(\cos K - \frac{\operatorname{sen} K}{\rho}\right)^2 + \frac{\operatorname{sen}^2 K}{T^2}\right\} ds^2,$$

posto

$$\cos\sigma = \frac{\cos K - \dfrac{\operatorname{sen} K}{\rho}}{\sqrt{\left(\cos K - \dfrac{\operatorname{sen} K}{\rho}\right)^2 + \dfrac{\operatorname{sen}^2 K}{T^2}}}, \qquad \operatorname{sen}\sigma = \frac{-\dfrac{\operatorname{sen} K}{T}}{\sqrt{\left(\cos K - \dfrac{\operatorname{sen} K}{\rho}\right)^2 + \dfrac{\operatorname{sen}^2 K}{T^2}}}, \tag{b}$$

si otterranno le altre

$$\frac{dx'_i}{ds'} = \xi'_i = \xi_i \cos\sigma + \zeta_i \operatorname{sen}\sigma \tag{34}$$

che saranno i valori dei coseni di direzione della tangente alla curva C'. Ponendo ora la condizione che la normale principale della C' in M' abbia la stessa direzione della $M'M$, dovranno snssistere le equazioni

$$\eta'_i = l\lambda'_i = l(\eta_i \cos K - x_i \operatorname{sen} K), \tag{c}$$

nelle quali l indica un fattore di proporzionalità; e poichè si ha evidentemente

$$\frac{d\xi'_i}{ds} = l_1\left(\frac{\eta'_i}{\rho'} - x'_i\right),$$

ove l_1 è un secondo fattore di proporzionalità, sostituendo in questa ad x'_i, η'_i i loro valorì (31) e (c), dovremo avere

$$\frac{d\xi'_i}{ds} = l_1\left\{\frac{l}{\rho'}(\eta_i \cos K - x_i \operatorname{sen} K) - (x_i \cos K + \eta_i \operatorname{sen} K)\right\},$$

od anche, posto $\frac{l l_1}{\rho'} = l_2$,

$$\frac{d\xi'_i}{ds} = - l_1(x_i \cos K + \eta_i \operatorname{sen} K) + l_2(\eta_i \cos K - x_i \operatorname{sen} K),$$

e finalmente

$$\frac{d\xi'_i}{ds} = -(l_1 \cos K + l_2 \operatorname{sen} K)x_i + (l_2 \cos K - l_1 \operatorname{sen} K)\eta_i;$$

ma poichè, derivando le (34) rispetto ad s, otteniamo

$$\frac{d\xi'_i}{ds} = - x_i \cos\sigma - \xi_i \operatorname{sen}\sigma \frac{d\sigma}{ds} + \eta_i\left(\frac{\cos\sigma}{\rho} + \frac{\operatorname{sen}\sigma}{T}\right) + \zeta_i \cos\frac{d\sigma}{ds},$$

confrontando con le precedenti seguirà subito

$$\frac{d\sigma}{ds} = 0$$

ovvero $\sigma = \text{cost.}^e$ Ne concludiamo che le curve considerate soddisfano all' equazione

$$\frac{\cos\sigma}{T} - \frac{\operatorname{sen}\sigma}{\rho} + \operatorname{sen}\sigma \cot K = 0,$$

che segue subito dalle (b), la quale, come si vede, ha la stessa forma di quella che nello spazio ordinario caratterizza le curve del Bertrand; giacchè anche qui, K e σ sono costanti come abbiamo dimostrato.

7. Inversamente, avendosi una curva i cui raggi di curvatura e di torsione soddisfino ad una relazione della forma

$$\frac{A}{T} + \frac{B}{\rho} + C = 0,$$

essendo A, B, C tre costanti, potremo determinare K dall' equazione

$$\cot K = -\frac{C}{B}$$

e corrispondentemente le (31) ci daranno una curva C' di cui l' equazioni saranno

$$x'_i = -\frac{C}{\sqrt{B^2 + C^2}} x_i + \frac{B}{\sqrt{B^2 + C^2}} \eta_i$$

e che godrà della proprietà di avere a comune colla C la normale principale. Fa soltanto eccezione il caso che T e ρ siano costanti, che cioè la curva sia un' elica (geodetica) della superficie di Clifford; giacchè, come andiamo ora a provare, potremo prendere per K un valore arbitrario e le curve corrispondenti saranno altrettante eliche della stessa specie aventi a comune con la primitiva le normali principali.

Scrivendo l'equazioni in termini finiti di queste curve come vennero determinate del prof. Bianchi nella Memoria surricordata

$$x_0 = \cos u \cos v - \cos\sigma \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v$$
$$x_1 = \operatorname{sen} u \cos v + \cos\sigma \cos u \operatorname{sen} v$$
$$x_2 = \operatorname{sen}\sigma \cos u \operatorname{sen} v$$
$$x_3 = \operatorname{sen}\sigma \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v$$

nelle quali $v = hu$ ed h e σ sono due costanti, deriviamole rispetto ad u, avremo

$$\frac{dx_0}{du} = -(1 + h\cos\sigma)\operatorname{sen} u \cos v - (h + \cos\sigma)\cos u \operatorname{sen} v\,,$$
$$\frac{dx_1}{du} = (1 + h\cos\sigma)\cos u \cos v - (h + \cos\sigma)\operatorname{sen} u \operatorname{sen} v\,,$$
$$\frac{dx_2}{du} = -\operatorname{sen}\sigma \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v + h\operatorname{sen}\sigma \cos u \cos v\,,$$
$$\frac{dx_3}{du} = \operatorname{sen}\sigma \cos u \operatorname{sen} v + h\operatorname{sen}\sigma \operatorname{sen} u \cos v\,,$$

da cui

$$\sum\left(\frac{dx_i}{du}\right)^2 = 1 + h^2 + 2h\cos\sigma\,.$$

Se ora indichiamo con ds l'elemento d'arco della curva, avremo per esso l'espressione:

$$ds = du\sqrt{1 + h^2 + 2h\cos\sigma}\,,$$

e, posto

$$\alpha = \frac{1 + h\cos\sigma}{\sqrt{1 + h^2 + 2h\cos\sigma}}\,, \qquad \beta = \frac{h + \cos\sigma}{\sqrt{1 + h^2 + 2h\cos\sigma}}\,,$$
$$\gamma = \frac{\operatorname{sen}\sigma}{\sqrt{1 + h^2 + 2h\cos\sigma}}\,, \qquad \delta = \frac{h\operatorname{sen}\sigma}{\sqrt{1 + h^2 + 2h\cos\sigma}}\,,$$

troveremo subito pei coseni direttori della tangente alla curva i valori

$$\xi_0 = -\alpha \operatorname{sen} u \cos v - \beta \cos u \operatorname{sen} v\,,$$
$$\xi_1 = \alpha \cos u \cos v - \beta \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v\,,$$
$$\xi_2 = -\gamma \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v + \delta \cos u \cos v\,,$$
$$\xi_3 = \gamma \cos u \operatorname{sen} v + \delta \operatorname{sen} u \cos v\,.$$

Mantenendo le consuete notazioni e applicando le formole del Frenet troveremo inoltre

$$\eta_0 = \operatorname{sen}\sigma \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v$$
$$\eta_1 = -\operatorname{sen}\sigma \cos u \operatorname{sen} v$$
$$\eta_2 = \cos\sigma \cos u \operatorname{sen} v - \operatorname{sen} u \cos v$$
$$\eta_3 = \cos\sigma \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v + \cos u \cos v$$

pei coseni direttori della normale principale e

$$\zeta_0 = -\gamma \cos u \operatorname{sen} v + \delta \operatorname{sen} u \cos v$$
$$\zeta_1 = -\gamma \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v - \delta \cos u \cos v$$
$$\zeta_2 = \alpha \cos u \cos v - \beta \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v$$
$$\zeta_3 = -\alpha \operatorname{sen} u \cos v - \beta \cos u \operatorname{sen} v$$

per quelle delle binormali; mentre per la flessione e la torsione si ricaveranno i valori

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2h \operatorname{sen} \sigma}{1 + h^2 + 2h \cos \sigma}, \quad \frac{1}{T} = \frac{1 - h^2}{1 + h^2 + 2h \cos \sigma}.$$

Ciò posto, stacchiamo su ciascuna delle normali principali alla curva considerata un segmento di lunghezza costante t; il luogo dei loro estremi sarà una curva C_1 che avrà per equazioni

$$(35) \quad \begin{cases} x_0^{(1)} = \cos t \cos u \cos v - \cos(\sigma + t) \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v, \\ x_1^{(1)} = \cos t \operatorname{sen} u \cos v + \cos(\sigma + t) \cos u \operatorname{sen} v, \\ x_2^{(1)} = \operatorname{sen}(\sigma + t) \cos u \operatorname{sen} v - \operatorname{sen} t \operatorname{sen} u \cos v, \\ x_3^{(1)} = \operatorname{sen}(\sigma + t) \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v + \operatorname{sen} t \cos u \cos v, \end{cases}$$

da cui risulterà subito per l'espressione del suo elemento d'arco

$$ds_1 = du \sqrt{1 + h^2 + 2h \cos(\sigma + 2t)}$$

e pei coseni di direzione della tangente

$$(36) \quad \begin{cases} \xi_0^{(1)} = -M \operatorname{sen} u \cos v - N \cos u \operatorname{sen} v, \\ \xi_1^{(1)} = M \cos u \cos v - N \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v, \\ \xi_2^{(1)} = -P \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v + Q \cos u \cos v, \\ \xi_3^{(1)} = P \cos u \cos v + Q \operatorname{sen} u \cos v, \end{cases}$$

avendo posto per semplicità

$$M = \frac{\cos t + h \cos(\sigma + t)}{\sqrt{1 + h^2 + 2h \cos(\sigma + 2t)}} \qquad N = \frac{\cos(\sigma + t) + h \cos t}{\sqrt{1 + h^2 + 2h \cos(\sigma + 2t)}}$$
$$P = \frac{\operatorname{sen}(\sigma + t) - h \operatorname{sen} t}{\sqrt{1 + h^2 + 2h \cos(\sigma + 2t)}} \qquad Q = \frac{h \operatorname{sen}(\sigma + t) - \operatorname{sen} t}{\sqrt{1 + h^2 + 2h \cos(\sigma + 2t)}}.$$

Derivando le (36) e facendo sempre uso delle formole del Frenet avremo pei coseni direttori della normale principale

$$(37) \quad \begin{cases} \eta_0^{(1)} = -\operatorname{sen} t \cos u \cos v + \operatorname{sen}(\sigma + t) \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v, \\ \eta_1^{(1)} = -\operatorname{sen} t \operatorname{sen} u \cos v - \operatorname{sen}(\sigma + t) \cos u \operatorname{sen} v, \\ \eta_2^{(1)} = \cos(\sigma + t) \cos u \operatorname{sen} v - \cos t \operatorname{sen} u \cos v, \\ \eta_3^{(1)} = \cos(\sigma + t) \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v + \cos t \cos u \cos v, \end{cases}$$

e pel raggio di curvatura ρ_1

$$\frac{1}{\rho_1} = \frac{2h \operatorname{sen}(\sigma + 2t)}{1 + h^2 + 2h\cos(\sigma + 2t)}; \tag{38}$$

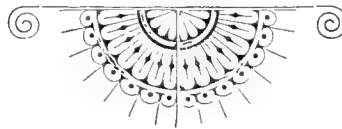
mentre pei coseni direttori della binormale avremo

$$\left\{\begin{aligned} \zeta_0^{(1)} &= -P\cos u \operatorname{sen} v + Q \operatorname{sen} u \cos v, \\ \zeta_1^{(1)} &= -P \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v - Q \cos u \cos v, \\ \zeta_2^{(1)} &= M \cos u \cos v + N \operatorname{sen} u \operatorname{sen} v, \\ \zeta_3^{(1)} &= M \operatorname{sen} u \cos v - N \cos u \operatorname{sen} v, \end{aligned}\right. \tag{39}$$

e finalmente per la torsione

$$\frac{1}{T_1} = \frac{1 - h^2}{1 + h^2 + 2h\cos(\sigma + 2t)}. \tag{40}$$

La (38) e (40) ci mostrano intanto che la curva C_1 (qualunque sia h) è un'elica che ha a comune con la C la normale principale; giacchè se calcoliamo i coseni direttori della normale principale alla C nel punto M_1 troveremo precisamente per essi i valori (37).

È opportuno osservare che, se nelle (35) supponiamo la t variabile indipendente, le equazioni stesse ci rappresentano allora la superficie luogo delle eliche considerate, la quale gode inoltre della proprietà, facile a verificarsi, di avere in ogni punto la curvatura media nulla, proprietà questa che anche nello spazio ellittico caratterizza le superficie ad area minima.

RICERCHE SPERIMENTALI
SUI
RAGGI MAGNETICI

MEMORIA
DEL
PROF. SEN. AUGUSTO RIGHI

(letta nella Sessione del 17 Maggio 1908)

(CON 43 FIGURE)

Introduzione.

In una precedente breve pubblicazione (*) ho esposto le ragioni per le quali appare verosimile, che in un gas ionizzato possano formarsi dei sistemi binari, costituiti ciascuno da un elettrone negativo e da un ione positivo, muoventisi l'uno attorno all'altro. Dopo aver cercato di stabilire in quali circostanze tali sistemi possano rendersi palesi, ho istituito delle ricerche sperimentali allo scopo di dimostrarne l'esistenza. Di tali ricerche non diedi nella citata Nota che un cenno fugace, mentre più tardi, nel corso di una conferenza tenuta alla società di Fisica francese (**), ho avuto occasione di descrivere e mostrare qualcuna delle mie esperienze. La presente Memoria è dedicata alla esposizione di tutte le ricerche da me finora fatte su tale soggetto. Questa esposizione non riuscirebbe naturalmente abbastanza chiara e completa, se non cominciassi col riassumere le idee teoriche, dalle quali le ricerche mie hanno avuto origine.

CAP. I — Sulla possibile esistenza di raggi *magnetici*.

Con questa denominazione di *raggi magnetici* intendo designare degli ipotetici raggi costituiti dal moto traslatorio, non già di semplici elettroni (si sottintende sempre *negativi*) come nel caso dei raggi catodici, o dei raggi β emessi da un corpo radioattivo, nè di semplici ioni positivi, come nel caso dei raggi-canali o dei raggi α, ma bensì di sistemi elettricamente neutri, ciascuno dei quali sarebbe costituito da un elettrone negativo e da

(*) Rend. della R. Acc. dei Lincei, 2 febbraio 1908.
(**) Bulletin des Séances de la Société Française de Physique. Année 1908, pag. 47.

un ione positivo, mobili l'uno attorno all'altro sotto l'azione della loro reciproca attrazione elettrica, come sotto l'azione della reciproca gravitazione si muovono l'uno attorno all'altro i due astri formanti una stella doppia.

La considerazione di quanto può accadere, allorchè in un gas ionizzato avviene un incontro fra un elettrone ed un ione positivo, porta ad ammettere la possibilità della formazione di simili sistemi binari. Infatti nulla fa ritenere impossibile che fra i due casi estremi, che vengono di solito considerati, quello cioè della formazione d'un atomo neutro per completa riunione dell'elettrone al ione, e quello nel quale le due particelle, dopo essersi avvicinate sino ad un certo punto, nuovamente si allontanano restando separate, esista un terzo caso intermedio, e cioè quello in cui l'elettrone ed il ione sotto certe condizioni di grandezza e di direzione delle loro velocità, rimangano avvinti dalla loro attrazione elettrica a formare il sistema binario descritto, nel quale la distanza reciproca dei due costituenti resta sempre abbastanza grande, in rapporto alle dimensioni atomiche, perchè il ione agisca sensibilmente come un centro elettrizzato positivamente.

Del pari mi sembra che non possa negarsi la possibilità della formazione di una simile coppia neutra nella collisione fra atomi, molecole o ioni. D'ordinario si ammette che in seguito ad uno di questi urti un atomo neutro o resti tale, o si ionizzi, cioè da esso si separi un elettrone; ma fra questi casi estremi sembra doversene considerare un altro, e cioè che l'elettrone, pur cessando di far parte della compagine dell'atomo, rimanga a gravitare intorno a ciò che resta dell'atomo stesso, cioè intorno al ione positivo. In altre parole la formazione del sistema ione-elettrone costituirebbe in questo caso una specie di ionizzazione incompleta dell'atomo.

In virtù della circostanza che la massa (reale o apparente che sia) dell'elettrone è piccolissima in confronto di quella del ione positivo, sarà lecito ammettere, a scopo di semplificazione, che l'elettrone giri intorno al ione come una cometa od un pianeta intorno al sole, o come un satellite intorno al suo pianeta.

Mentre non si può negare la possibilità della formazione di simili coppie neutre ruotanti (*), bisogna però riconoscere, che la loro stabilità deve essere assai piccola. Quando avverrà una collisione di uno di tali sistemi con un ione o un atomo, ecc., o in generale con un altra particella elettrizzata o neutra, facilmente accadrà, che il moto dell'elettrone rimanga perturbato in modo, che esso si allontani dal ione sino a sottrarsi all'attrazione di questo. Anzi sembra evidente, che la separazione dell'elettrone dal ione debba in tal caso avvenire di gran lunga più agevolmente che non quella d'un elettrone da un atomo neutro. D'altra parte potrà accadere altresì, che la perturbazione sia di tal fatta da avvicinare l'elettrone al ione, in modo che su quello si facciano sentire individualmente le forze provenienti dai singoli elettroni e dai centri positivi (elettroni positivi, o sfera omogenea positiva, secondo le due diversi ipotesi oggi emesse) costituenti il ione positivo, e infine

(*) In una Nota pubblicata in questi giorni (Proc. of the Cambridge Phil. Soc. v. XIV, part V, p. 545) il Prof. J. J. Thomson, pur senza citare la mia precedente Nota, ammette incidentalmente come cosa ovvia la possibilità della formazione di sistemi costituiti da un elettrone e da un ione positivo giranti l'uno attorno all'altro.

ERRATA - CORRIGE

Nella pagina 243, linea 29, *dopo le parole*: piccola stella doppia. *va aggiunto il seguente periodo* :

Per persuadersene occorre riflettere che, quand'anche una particella (molecola, ione o elettrone), essendosi temporaneamente molto avvicinata al sistema, agisse sull'elettrone in modo da compensare l'attrazione che esso risente per parte del ione positivo, l'elettrone stesso continuerebbe a muoversi circolarmente nel campo magnetico, e quindi poco si allontanerebbe dal ione positivo, mentre che in assenza del campo se ne allontanerebbe rapidamente in virtù della propria velocità, e così resterebbe distrutta definitivamente la piccola stella doppia.

da far sì, che l'elettrone entri a far parte della struttura di questo, trasformandolo in atomo neutro.

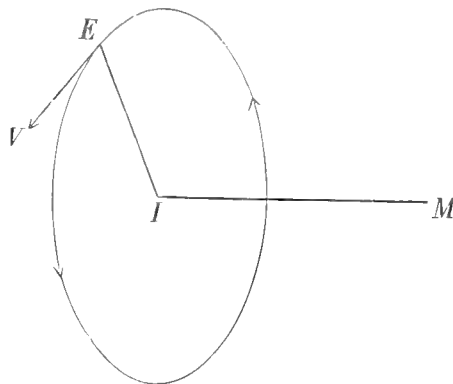
Poichè un elettrone che si muova lungo un'orbita chiusa deve mostrare sino ad un certo punto le proprietà di una corrente chiusa o di un elemento magnetico, sorge spontaneamente l'idea di esaminare in qual modo debbano comportarsi gli ipotetici sistemi giranti, allorchè essi sono esposti all'azione di un campo magnetico.

Disgraziatamente non è possibile, o almeno non lo è stato a me, uno studio analitico di questo caso, pur così interessante, lo studio cioè del moto del sistema elettrone-ione positivo in un campo magnetico, e tanto meno indagare come le orbite del ione e dell'elettrone ed il moto traslatorio dell'intero sistema si modifichino quando vari il campo medesimo. Bisogna quindi contentarsi di congetture, basate sulle analogie più o meno lontane, che il caso studiato può presentare con casi conosciuti.

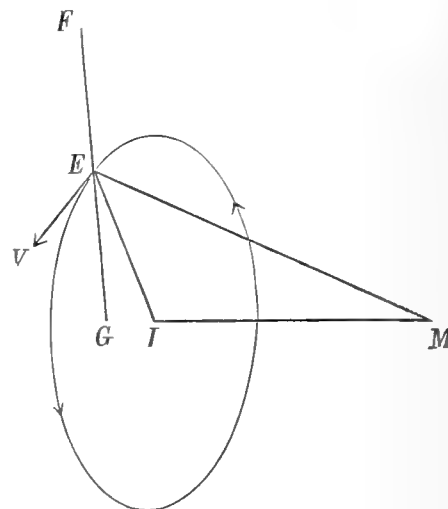
Così sembra debba ammettersi, che se esistono in un gas le coppie giranti descritte, facendo su di esse agire un campo magnetico, alcune di esse acquistino maggior stabilità, e che quindi in tal condizione di cose, e forse solo in questa, possa rivelarsi la loro esistenza. Infatti se, considerando un caso particolare assai semplice, il campo è uniforme, e se l'elettrone E (Fig. 1) d'uno dei sistemi giranti si muove intorno al ione positivo I colla velocità EV percorrendo una circonferenza giacente in un piano perpendicolare alla direzione MI del campo, la forza elettromagnetica sull'elettrone sarà evidentemente diretta secondo il raggio vettore EI, e si aggiungerà all'attrazione elettrica proveniente dal ione, oppure se ne sottrarrà, secondo il senso della girazione. Nel primo caso la collisione con una particella estranea potrà non bastare a distruggere il sistema girante, anche qualora tale effetto avesse a prodursi in assenza del campo magnetico, o in altri termini questo conferisce una certa stabilità alla piccola stella doppia. Nel secondo caso avviene naturalmente l'opposto.

Fig. 1

Non bisogna però trascurare il fatto, che in un campo intenso l'orbita dell'elettrone sarà assai piccola, d'onde l'aumentata probabilità che una collisione distrugga il sistema, non più per separazione dell'elettrone dal ione, ma per la loro riunione in un atomo neutro. Cosicchè la massima stabilità dei sistemi giranti avrà luogo per un certo valore del campo magnetico.

L'effetto del campo si manifesterà in un senso o nell'altro, quantunque in modo meno spiccato, anche quando l'orbita dell'elettrone sia non circolare ed abbia qualsiasi orientazione, e si può quindi ritenere, che in un campo magnetico avranno una certa persistenza soltanto quei sistemi giranti i cui elettroni girano in un certo senso, e nei quali la traiettoria dell'elettrone, se non è circolare e col piano normale al campo, di poco si allontana dal soddisfare a tali condizioni.

Ammesso ciò potremo, non avendo modo di far meglio, ragionare ancora sul caso dell'elettrone ad orbita circolare avente il piano normale alla direzione del campo; le asserzioni a cui giungeremo, esatte in questo caso, potranno considerarsi come approssimate pei sistemi resi relativamente stabili dal campo magnetico.

Si supponga che il sistema *EI* sia animato da un moto di traslazione diretto secondo *IM*. È chiaro che questo moto non viene menomamente modificato dal campo magnetico, che si è supposto uniforme; ma non è più così se il campo non è tale. Si supponga per esempio, che il sistema elettrone-ione si trovi nel campo magnetico dovuto al polo *M* (Fig. 2), situato sull'asse *IM* della circonferenza percorsa dell'elettrone *E* intorno al ione positivo *I*. La forza elettromagnetica agente sull'elettrone, dovendo essere sempre perpendicolare al piano *MEV* formato dalla direzione *EM* del campo in *E* e da quella della velocità *EV* dell'elettrone, non sarà più diretta secondo *EI*, come quando il campo era uniforme, ma bensì secondo una retta *FEG* giacente nel piano *MEI* e perpendicolare ad *EM*. Se il senso di girazione di *E* è tale che il campo magnetico conferisca stabilità al sistema, la forza elettromagnetica agirà nel senso da *E* verso *G*, ed avrà quindi una componente parallela ad *MI*, per effetto della quale l'elettrone tenderà ad allontanarsi dal polo *M*.

Fig 2.

Ne risulta che il sistema girante è respinto dal polo magnetico, e cioè tende a portarsi ove il campo ha la minima intensità, come se fosse un corpo diamagnetico, o anche come se la traiettoria percorsa dall'elettrone venisse sostituita da un conduttore di egual forma, e questo fosse percorso dalla corrente indotta generata dalla creazione del campo magnetico. Si giunge alla stessa conclusione considerando l'azione elettromagnetica subìta dalla corrente chiusa, alla quale si può assimilare l'elettrone girante.

Se dunque esistono davvero i sistemi giranti elettrone-ione positivo resi relativamente stabili da un campo magnetico non uniforme, essi si metteranno in moto verso le regioni ove il campo stesso ha il minimo valore; se già si muovevano in questo senso, la loro velocità andrà crescendo, e se si muovevano in senso opposto la velocità loro diminuirà continuamente sino ad annullarsi e poi cambiare di segno. Mentre posseggono il moto accelerato, che li allontana dal polo magnetico (se il campo ha tale causa), o in generale li dirige verso i luoghi di minima intensità, l'effetto del campo in quanto a conferire a tali sistemi una certa stabilità diverrà naturalmente via via minore, sicchè essi finiranno .collo scomparire in causa delle collisioni a cui sono esposti, presumibilmente prima di giungere ove il campo magnetico é nullo. Naturalmente il percorso da essi compiuto prima di svanire sarà tanto più lungo, quanto maggiore è l'intensità del campo magnetico.

Poichè un campo magnetico conferisce una maggior durata a certune delle coppie

giranti, che altrimenti avrebbero una effimera esistenza, quando si voglia cercare di metterle in evidenza, bisognerà far agire sul gas ionizzato un intenso campo magnetico. Inoltre sarà utile, che il gas sia alquanto rarefatto, affinchè le collisioni non siano tanto frequenti. E siccome un'abbondante ionizzazione si ottiene facilmente in un gas rarefatto quando lo si fa attraversare da scariche elettriche, si è condotti ad esaminare i fenomeni della scarica nel campo magnetico, per riconoscere se in tali fenomeni si manifesti l'esistenza degli ipotetici nostri sistemi giranti.

Converrà però tener conto della circostanza, che il campo elettrico influirà esso pure sulla stabilità di essi. Tale influenza, a quanto pare, sarà favorevole o contraria a seconda dei casi; ma è facile persuadersi che generalmente essa tenderà a distruggerli, sia per separazione dell'elettrone dal ione positivo, sia per la loro riunione in atomo neutro. Così, se si suppone ancora una volta che l'orbita dell'elettrone sia circolare, e che il campo elettrico sia perpendicolare al piano della medesima, sull'elettrone e sul ione agiranno forze elettriche di opposte direzioni, che tenderanno continuamente a separarli, e faciliteranno la distruzione della coppia ione-elettrone, non appena essa subisca una collisione.

Fra gli interessanti fenomeni che si producono, allorchè le scariche elettriche attraversano un gas rarefatto posto in un campo magnetico, alcuni mi sembrarono attribuibili ai supposti raggi magnetici, quantunque si sia tentato, in mancanza di meglio, di spiegarli come effetto dei raggi catodici. Si tratta di quelle falde luminose, osservate la prima volta da Plücker, le quali appaiono appunto nelle condizioni anzidette, e la cui forma è tale, che esse costituiscono il tubo di forza magnetica formato dall'insieme delle linee di forza tagliate dal catodo. Secondo l'ipotesi ch'io propongo, e a sostenere la quale le esperienze descritte nella presente Memoria sono dedicate, quelle falde luminose sarebbero dovute alla fluorescenza del gas attraversato dai raggi magnetici, precisamente come per fluorescenza del gas, quando non sia troppo rarefatto, è reso visibile il cammino percorso dai raggi catodici.

Dal catodo partirebbero dunque, allorchè esiste il campo magnetico, oltre che gli ordinari raggi catodici, la maggior parte dei quali naturalmente in tal caso non ha più la forma rettilinea, anche i nuovi raggi da me imaginati. E non è difficile il comprendere come possano, particolarmente bene in questo caso, costituirsi le coppie giranti ione-elettrone. Mentre infatti in qualsiasi gas ionizzato, sotto favorevoli circostanze come si è detto più sopra, possono prendere origine quelle coppie, il fatto che dal catodo, oltre che i raggi catodici, partono raggi positivi aventi sensibilmente la stessa direzione, verosimilmente costituiti da ioni positivi riflessi o rimbalzanti sul catodo (*), aumenta evidentemente la probabilità del costituirsi di dette coppie. Basterà infatti che un ione positivo ed un elettrone, muoventisi in direzioni quasi parallele si avvicinino abbastanza, perchè la loro reciproca attrazione, dopo avere diminuita la velocità di quello che più rapidamente si muove e aumentata quella del più lento, li obblighi ad assumere movimenti curvilinei tali, che si costituisca il sistema binario. Naturalmente esso risulterà dotato d'un moto

---

(*) J. J. Thomson. Proc. Royal Inst. 1897.

traslatorio, avente sensibilmente la direzione dei moti traslatori, che possedevano separatamente il ione e l'elettrone prima della reciproca loro perturbazione.

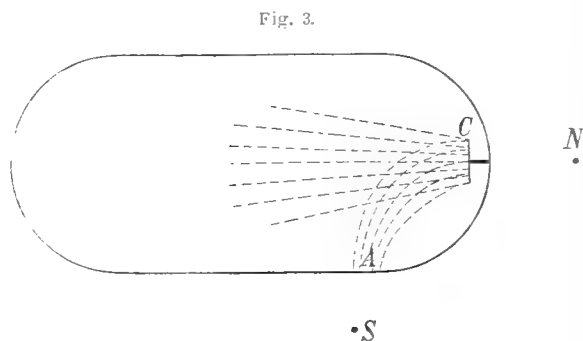
Quelle fra queste coppie, nelle quali il moto orbitale ha un determinato senso, saranno rese per qualche tempo stabili, allorchè si fa poi agire un campo magnetico, il quale in pari tempo, se non è uniforme, imprimerà loro una velocità, per la quale tenderanno a portarsi verso i luoghi ove l'intensità del campo è minima. Esse seguiranno dunque, nel loro moto traslatorio, delle traiettorie poco differenti dalle linee di forza magnetica.

Ciò per le coppie ruotanti, che possono formarsi prima che venga creato il campo magnetico. Ma possono formarsene naturalmente anche quando questo esiste.

In questo caso le traiettorie dei ioni positivi e degli elettroni cessano in generale d'essere rettilinee. Così, se il campo è uniforme, le traiettorie degli elettroni divengono delle eliche, mentre negli altri casi presentano forme che rassomigliano a quelle di eliche, di cui l'asse fosse stato curvato sino a divenire una linea di forza. In ogni modo il senso in cui girano gli elettroni è quello stesso che è richiesto per la stabilità delle coppie giranti; cosicchè resta favorita la formazione delle coppie stesse.

È poi verosimile che possano formarsi coppie costituite da un elettrone e da un ione positivo metallico, liberatosi per disaggregazione del catodo. Delle particelle metalliche sono infatti lanciate dal catodo, e possono essere raccolte, come è noto, su un vetro, che si trasforma così in uno specchio; e il Birckeland, nel corso di esperienze che saranno citate più avanti, ebbe a riconoscere, che il campo magnetico rende più rapida la disaggregazione del catodo.

Fig. 3.

Poichè i raggi magnetici seguono sensibilmente nel loro moto traslatorio le linee di forza, l'accostare una nuova calamita avrà come effetto una certa deformazione dei raggi magnetici. Se, per esempio, il campo magnetico è dovuto ad un unico polo nord *N* (Fig. 3) collocato presso il catodo *C*, i raggi magnetici formeranno sensibilmente un fascio conico avente per vertice il polo ed il catodo come sezione trasversale. Accostando lateralmente ad essi un polo sud *S*, i raggi magnetici s'incurveranno verso il nuovo polo, perchè è in tal modo che si modifica la forma delle linee di forza, comportandosi così quei raggi press'a poco come se fossero fili magnetici flessibilissimi attaccati al catodo e magnetizzati per influenza dal polo *N*, o come eliche flessibilissime percorse da una corrente in una opportuna direzione. Se il polo accostato fosse invece un polo nord, i raggi magnetici sembrerebbero respinti, sempre in causa del cambiamento di forma delle linee di forza È questo modo di comportarsi dei raggi magnetici che, insieme alla condizione essenziale (presenza di un campo magnetico) di loro produzione o almeno di loro persistenza, mi ha consigliato nella scelta della loro denominazione.

Tenendo conto dell'esatta direzione delle forze elettromagnetiche agenti si riconosce

però, che l'analogia di comportamento fra raggi magnetici e le eliche flessibili non è sostanziale, giacchè onde le dette eliche fossero attratte o respinte dal polo laterale precisamente quando sembrano attratti o respinti i raggi magnetici, la corrente elettrica dovrebbe circolare nel senso stesso nel quale gli elettroni si muovono nella loro orbita, e per conseguenza in senso inverso a quello della corrente rappresentata dal moto orbitale degli elettroni medesimi.

Premesso tutto ciò, onde rendere più chiara l'esposizione e la discussione delle mie esperienze è utile far ad esse precedere altresì un breve riassunto delle principali fra le ricerche anteriori di vari fisici, le quali hanno coll'argomento di cui qui si tratta una diretta relazione.

Cap. II — **Ricerche anteriori.**

Come ho avuto occasione di dire, le più antiche esperienze relative a scariche nel campo magnetico sono dovute al Plücker (*). Un tubo ordinariamente periforme provveduto di due elettrodi e contenente un gas rarefatto era collocato presso i poli d'una elettrocalamita, mentre le scariche d'un rocchetto illuminavano il gas. Quando si mandava una corrente nel filo dell'elettrocalamita, il bagliore, o secondo strato di luce negativa, cambiava luogo e forma, assumendo quella del tubo di forza magnetica limitato dal contorno del catodo. Ciò accadeva anche quando questo era rivestito da un cannello di vetro.

Undici anni dopo Hittorf (**) riprendeva lo studio iniziato dal suo maestro impiegando tubi, ora cilindrici e lunghi 30 o 40 centimetri con 4,5 a 6 di diametro, ora sferici e del diametro di 6 a 10 centimetri, nei quali il più delle volte il catodo aveva una forma speciale, e precisamente quella di filo metallico di 1,5 a 3 millimetri di diametro ad estremità piana e circondato da un tubo di vetro. La rarefazione nei tubi di Hittorf era sufficiente, perchè i raggi catodici, formanti un fascio sottile partente dalla faccia terminale del catodo, avessero una certa lunghezza In pari tempo però la rarefazione non era spinta all'estremo, come al giorno d'oggi può facilmente realizzarsi, e perciò i raggi catodici, rendendo fluorescente il gas sul loro cammino, erano visibili in buona parte della loro lunghezza.

Esponendo uno di quei tubi all'azione d'un forte campo magnetico prodotto da una elettrocalamita, mentre passava la scarica, il filetto luminoso catodico assumeva forme svariate, a seconda della posizione relativa del catodo e dell'elettrocalamita. Tali forme sono quelle che si possono prevedere ammettendo, che i raggi catodici siano le traiettorie di particelle negative (oggi diciamo elettroni) partenti dal catodo con velocità diretta normalmente alla superficie di questo.

La traiettoria d'un elettrone nel campo magnetico, ossia la forma di un raggio catodico, si può determinare a priori nel caso in cui il campo sia uniforme, e si arriva a

(*) Pogg. Ann. v. 103, p. 88, 151 (1858).
(**) Pogg. Ann. v. 136, p. 213 (1869).

questo risultato, e cioè che essa è un elica cilindrica coll'asse parallelo alla direzione de campo, il cui passo è proporzionale alla componente, secondo la direzione del campo, della velocità iniziale, mentre il raggio del cilindro su cui giace è proporzionale alla componente di detta velocità presa normalmente al campo. Inoltre, tanto il passo che il raggio sono inversamente proporzionali all'intensità del campo magnetico. L'elica si riduce quindi ad un cerchio quando la normale al catodo è perpendicolare al campo, e ad una retta (ossia il raggio catodico non muta forma) quando la superficie del catodo è normale al campo.

Per un campo magnetico non uniforme la traiettoria d'un elettrone non si è potuta calcolare che in un solo caso; ma s'intuisce facilmente, e l'esperienza conferma, che il raggio catodico assume una forma somigliante a quella d'un elica, e precisamente quella d'una curva che si avvolge, non più attorno ad una retta, ma attorno ad una linea di forza magnetica.

Sono questi raggi catodici di forme somiglianti più o meno ad un elica che Hittorf osservò nelle sue esperienze. Egli ne espresse il risultato dicendo, che mentre la colonna positiva in un tubo da scarica si comporta in un campo magnetico come una corrente flessibile ed avente le sue estremità fisse, la luce negativa invece si deforma come una corrente flessibile, fissata al catodo con uno dei suoi estremi, e perfettamente libera all'altra estremità.

Ma insieme ai raggi catodici Hittorf osservò esso pure la luce distribuita secondo un tubo di forza magnetica, già descritta dal Plücker. Se non chè questa si mostrava con tal forma da comprendere, non solo le linee di forza passanti pel catodo, ma quelle ancora passanti per ogni punto del fascio catodico. La luce di Plücker veniva così a rendere visibile (ammesso uniforme il campo magnetico) la superficie di quel cilindro su cui giace l'elica catodica.

In altre esperienze nelle quali, sia per la minor rarefazione che per la forma speciale del catodo, i veri raggi catodici non erano visibili, Hittorf notò, insieme al fenomeno di Plücker, uno spostamento della luce negativa sulla superficie del catodo, prodotto dal campo magnetico. Così, con un catodo cilindrico disposto trasversalmente al campo magnetico, egli vide sparire o impallidire la luce nei luoghi ove la normale alla superfice del catodo era perpendicolare o quasi alla direzione del campo magnetico.

La spiegazione della luce di Plücker, ancora fino ad oggi generalmente accettata, è la seguente. Ogni raggio catodico assume nel campo magnetico la forma di una curva che si avvolge attorno ad una linea di forza magnetica, come un'elica intorno all'asse del cilindro su cui giace; anzi questo caso dell'elica è precisamente quello che, come si è detto, è realizzato, se il campo è uniforme. Più il campo è intenso e più il raggio del cilindro diviene piccolo; per cui, se si ha un fascio catodico visibile e di sezione non estremamente piccola, accade, che la forma elicoidale non si discerne più nettamente, ed il fascio sembra seguire esattamente una linea o un tubo di forza.

Nel caso poi delle esperienze di Hittorf, nelle quali la luce disposta secondo le linee di forza magnetica parte anche dai vari punti del fascio catodico, la spiegazione

precedente vale ancora, se si tien conto del fatto, che ogni punto d'un fascio catodico è origine di raggi catodici *secondari*, precisamente come nascono raggi catodici secondari ove un corpo solido qualunque è colpito da raggi catodici. Nel caso attuale si generano raggi catodici secondari da ogni molecola gassosa posta sul cammino dei raggi catodici principali, per cui l'elica luminosa osservata da Hittorf si comporta in certo modo come un prolungamento del catodo.

In conclusione, il fascio luminoso avente forma di tubo di forza magnetica descritto da Plücker e da Hittorf, sarebbe realmente costituito da raggi catodici avvolti attorno alle linee di forza.

Un fenomeno degno di speciale considerazione fu osservato da Hittorf nel corso delle sue ricerche. Se il fascio luminoso diretto secondo le linee di forza magnetica, partente dal catodo e comprendente entro di sè il fascio catodico conformato sensibilmente ad elica, incontrava la parete del tubo di scarica, in una regione ove il campo era assai intenso, appariva un nuovo fascio luminoso partente dalla parete, evidentemente costituito da raggi secondari. Ma questo secondo fascio formava col fascio incidente un piccolo angolo. Ciò sembra indicare che nè l'uno nè l'altro seguono esattamente le linee di forza; fatto questo analogo a ciò che si constata colle esperienze sulle ombre elettriche nell'aria alla pressione ordinaria, nelle quali esperienze i ioni, in causa della velocità che posseggono, seguono soltanto approssimativamente le linee di forza del campo elettrico.

Alla spiegazione data pel fascio di luce, avente sensibilmente la forma di un tubo di forza magnetica, si può evidentemente ricorrere per render conto di alcuni fatti osservati da Birkeland (*). In una delle esperienze di questo fisico un fascio parallelo di raggi catodici era esposto all'azione di un'elettrocalamita, il cui asse coincideva con quello del fascio. Questo diveniva divergente o convergente quando si eccitava l'elettrocalamita, secondo che i raggi catodici si propagavano avvicinandosi al polo di questa oppure allontanandosene. In un'altra esperienza il noto tubo a croce di Crookes, nel quale però contrariamente all'uso la croce funzionava da catodo, era posto presso una elettrocalamita, l'asse della quale era perpendicolare al piano della croce e passava pel centro di questa. Eccitata la elettrocalamita si vedevano due imagini fluorescenti della croce sul vetro, una dovuta a raggi divenuti convergenti e propagantisi verso il polo, e l'altra dovuta a raggi divergenti propagantisi in senso contrario.

Queste esperienze di Birkeland diedero occasione al Poincaré (**) di determinare la traiettoria di un elettrone nel campo magnetico dovuto ad un unico polo, la quale trovò essere una linea geodetica d'un cono di rivoluzione avente per vertice il polo magnetico. Inoltre, come è facile riconoscere, la traiettoria è tale che, se all'istante in cui si crea il campo l'angolo compreso fra la retta, che va dall'elettrone al polo, e la direzione della velocità dell'elettrone è acuto, l'elettrone si avvicina dapprima al polo sino ad una minima distanza, e poi se ne allontana indefinitamente. Durante l'avvicinamento il detto

(*) Arch. d. Sc. Phys. et Nat. de Genève, juin. 1896.
(**) Comp. Rend. 5 octobre 1896. p. 530.

angolo cresce sino al valore di 90°; durante l'allontanamento l'angolo cresce ancora sino a 180°. Naturalmente se quell'angolo è ottuso sino dal principio non si ha avvicinamento dell'elettrone al polo.

Tra le numerose esperienze fatte in appresso da vari fisici relativamente all'azione del campo magnetico sulle scariche elettriche e più particolarmente sui raggi catodici debbo citare ora quelle che, relativamente al soggetto trattato nella presente Memoria, presentano la massima importanza; e in primo luogo quelle dovute a Birkeland (*). Questo fisico è stato il primo, a quanto mi consta, che abbia sospettato l'esistenza di nuovi raggi diversi dai catodici, ed emessi dal catodo allorchè il tubo di scarica è esposto all'azione del campo magnetico.

Un tubo di scarica cilindrico con elettrodi alle sue estremità era collocato sul prolungamento dell'asse d'un'elettrocalamita cilindrica, che poteva essergli più o meno avvicinata. Il catodo si trovava dalla parte dell'elettrocalamita. Diminuendo poco a poco la distanza fra l'elettrocalamita ed il tubo si giungeva ad una certa distanza, che il Birkeland chiama *critica*, per la quale l'aspetto della scarica subiva un brusco cambiamento, accompagnato da una notevole diminuzione del potenziale di scarica. Secondo l'Autore citato i raggi catodici erano allora sostituiti da nuovi raggi manifestantisi per mezzo della luce da essi generata lungo le linee di forza magnetica. In altre parole il fascio luminoso di Plücker sarebbe dovuto, secondo il Birkeland, a nuovi raggi diversi dai raggi catodici, e non già al fatto che questi assumano forme simili all'elica avvolgendosi intorno alle linee di forza magnetica.

È poi degno di speciale menzione la particolarità segnalata dal Birkeland e richiamata più sopra, e cioè che quando il campo è intensissimo, il catodo si disgrega rapidamente, cosicchè, anche se è d'alluminio, può ottenersi un deposito speculare opaco sopra una lastra di vetro posta davanti ad esso.

Quasi contemporaneamente un altro sperimentatore si esprimeva in modo poco differente, mostrandosi esso pure non soddisfatto dell'usuale spiegazione del fascio luminoso di Plücker. Il Broca (**) adoperando un apparecchio costituito da un pallone di vetro, al centro del quale trovavasi un catodo sferico concentrico munito di un diaframma equatoriale di vetro, potè constatare che, facendo crescere gradatamente l'intensità di un campo magnetico parallelo al piano del diaframma, per un certo valore di detta intensità si presentava bruscamente sul catodo un getto luminoso diretto verso il polo attiguo dell'elettrocalamita. Secondo il Broca questo getto o fascio luminoso, che evidentemente non è altro che quello per la prima volta descritto dal Plücker, sarebbe costituito, non già dagli ordinari raggi catodici avvolgentisi attorno alle linee di forza magnetiche, ma da raggi nuovi, che egli indica col nome di raggi catodici di *seconda specie*, la proprietà caratteristica dei quali consisterebbe nel propagarsi secondo le linee di forza suddette.

(*) Comp. Rend. 21 février 1898, pag. 586.

(**) Comp. Rend. 7 mars 1898, pag. 734.

Ad una analoga ipotesi giunse più tardi il Villard (*), ed è a questo fisico che sono dovute molte brillanti ricerche, le quali più da vicino hanno attinenza colle mie. Dopo una serie d'ingegnose esperienze destinate a mostrare le svariate forme assunte dai raggi catodici, allorchè si propagano in un campo magnetico, fu tratto a studiare il fascio luminoso sensibilmente diretto secondo le linee di forza magnetiche, e a constatare egli pure il brusco presentarsi di questo fascio, allorchè il campo raggiunge una sufficiente intensità. Egli pure fu tratto ad ammettere l'esistenza di nuovi raggi, pei quali addottò la denominazione di raggi *magneto-catodici*, onde esprimere le circostanze necessarie alla loro produzione.

Non interessa riferire qui quella parte delle ricerche del Villard, che riguarda una teoria dell'aurora polare, e alla quale lo Störmer, che ha pubblicato un esteso e pregevole lavoro sullo stesso argomento (**), ha mosso qualche obbiezione; ma è necessario considerare attentamente la parte attinente alla distinzione fra raggi catodici e raggi magneto-catodici.

In una esperienza del Villard delle laminette di mica erano collocate entro il tubo di scarica in tal maniera, da intercettare i raggi catodici a forma di elica; ma ad onta di ciò con campo magnetico abbastanza intenso il fascio magneto-catodico egualmente si formava. Si aveva un caso di questo genere per esempio quando, come in una delle citate esperienze di Hittorf, la direzione iniziale dei raggi catodici era prevalentemente perpendicolare alla direzione del campo, ed una lamina piana di mica era collocata parallelamente al campo giungendo sin quasi presso il catodo. Essendo la superficie di questo ridotta piccolissima con un opportuno diaframma forato, la maggior parte dei raggi catodici formava un sottile filetto luminoso, che sotto l'azione del campo assumeva la forma circolare: quelli di direzione non esattamente trasversale al campo magnetico dovevano assumere la forma di eliche, ma erano intercettati dopo un breve cammino dalla lamina di mica. Con campo abbastanza intenso si otteneva nondimeno il fascio luminoso cilindrico come nell'analoga esperienza di Hittorf.

In un'altra esperienza, a poca distanza dal catodo era collocata una lamina di mica munita di un piccolo foro e disposta perpendicolarmente al campo. Quando questo raggiungeva una sufficiente intensità appariva un fascio magneto-catodico partente dal foro e diretto secondo le linee di forza, mentre il catodo era in tal modo collocato, che raggi catodici non potevano verosimilmente attraversare quel foro.

Però, come in una mia esperienza che sarà descritta nel Cap. VI, è a ritenersi, che raggi catodici prendessero origine dal foro, ciò che appunto sempre accade allorchè un tubo di scarica è diviso in due per mezzo di un diaframma forato.

Coll'ultima disposizione descritta il Villard potè esaminare qual effetto produceva

(*) Comp. Rend, 6 juin 1904, pag. 1408; 19 mars 1906, pag. 706; 11 juin, pag. 1330; 9 juillet 1896, pag. 146; 5 novembre 1906, pag. 675. Le Radium, avril 1906. Bulletin de la Soc. Inter. des Electriciens, février 1906.

(**) Arch. d. Sc. Phys. et Nat. de Genève, juillet, aout, septembre et octobre 1907.

sui raggi magneto-catodici un campo elettrico trasversale. Bastò a questo scopo collocare entro il tubo due conduttori piani oppostamente elettrizzati, paralleli fra loro e al fascio magneto-catodico. Tali conduttori erano in tela metallica, affinchè non impedissero la vista del fascio luminoso. In tali condizioni si osservò una deviazione del fascio secondo una direzione parallela ai due conduttori. Esso si comporta dunque in un modo che somiglia a quello dei raggi catodici in un campo magnetico.

Fra i due casi v'è però una sostanziale differenza, la quale non permette di fermare a lungo la mente sopra la possibile esistenza di una nuova azione analoga e in certo modo reciproca a quella ben nota espressa dalla legge di Laplace. Infatti, mentre un raggio catodico nel campo magnetico uniforme assume la forma d'arco di cerchio, il fascio magneto-catodico nell'esperienza di Villard non fa che mutare bruscamente la sua direzione, rimanendo rettilineo.

Del resto, questo comportamento, a prima vista assai singolare, del fascio magnetico-catodico non può essere invocato come obbiezione contro l'opinione generalmente accettata finora, secondo la quale quel fascio è semplicemente costituito dagli ordinari raggi catodici avvolgentisi attorno a linee di forza magnetica, come si è spiegato più sopra. Infatti C. Fortin ha dimostrato (*) che, se sopra un raggio catodico agisce un campo magnetico uniforme, che lo obbliga ad assumere la forma d'elica cilindrica, quando al detto campo magnetico si aggiunge un campo elettrico uniforme di direzione perpendicolare a quella del primo, l'asse del cilindro si inclina d'un certo angolo, spostandosi in un piano perpendicolare alla forza elettrica. Ora se, per le ragioni già dette altrove, l'elica si confonde col cilindro su cui giace, il risultato dell'esperienza di Villard rimane senz'altro con ciò spiegato.

Una particolarità rilevata dal Villard nel corso delle sue ricerche ha un'importanza speciale, ed è che i raggi magneto-catodici, i quali cessano bruscamente d'essere visibili e forse anche di esistere ad una certa distanza dal catodo, da cui partono, si allungano di più in più quando si seguita ad accrescere l'intensità del campo magnetico (non però indefinitamente, come si vedrà più avanti). Ciò prova, adoperando l'espressione del Villard, che il campo magnetico *è motore* pei raggi medesimi, e ciò ha importanza in relazione alla teoria da me proposta. Si è visto infatti che, in un campo magnetico non uniforme, le coppie rotanti elettrone-ione positivo sono spinte verso la regione ove il campo ha la minima intensità, e così sono come respinte dal catodo, se presso di questo, come nella maggior parte dei casi, è posto il polo magnetico generatore del campo.

Citerò un'ultima esperienza del Villard, tendente essa pure a dimostrare, che esistono davvero raggi di natura diversa da quella dei raggi catodici. Essa consiste nel ricevere un fascio di raggi magneto-catodici in un conduttore cavo (il così detto cilindro di Faraday) comunicante con un elettrometro, come nella nota esperienza dimostrante la carica negativa trasportata dai raggi catodici. Villard avrebbe dedotto da esperienze cosiffatte, che i raggi magneto-catodici sono privi di carica elettrica; se non chè lo stesso

(*) Comp. Rend 20 juin. 1904, pag. 1594

fisico ha poi riconosciuto, che la conduttività del gas contenuto nel tubo di scarica, il quale gas per queste esperienze non deve essere troppo rarefatto, rende il risultato di tali esperienze per lo meno assai dubbioso.

Mentre adunque si deve al Villard l'avere risolutamente affermata l'esistenza di nuove radiazioni differenti dalla radiazione catodica, l'affermazione stessa non risulta appoggiata su prove abbastanza sicure.

Anche il Pellat (*) nel corso di una lunga serie di esperienze relative all'azione prodotta da un campo magnetico sulla scarica nei gas rarefatti, benchè abbia tentato di spiegar i fenomeni osservati colla così detta *magneto-frizione*, è stato condotto a supporre l'esistenza di due diverse specie di raggi catodici, che distingue colle denominazioni di flusso *A* e flusso *B*.

Si vede quindi come da più parti siano sorti dei dubbi sulla possibilità di spiegare tutti i fenomeni osservati mediante la semplice considerazione dei raggi catodici e dei loro cambiamenti di forma, e come si sia intuita l'esistenza di una radiazione nuova; ma nessun accenno, per quanto è a mia conoscenza, è stato fatto intorno alla natura e costituzione dei nuovi raggi supposti.

Insieme ai fenomeni visibili, di cui si è fin qui parlato, un campo magnetico produce altri effetti sulla scarica, e cioè fa variare la differenza di potenziale agli elettrodi e l'intensità della corrente. Come farò vedere, questo effetto è connesso alla produzione dei nuovi raggi.

Il Villard, per esempio, riconobbe, che il potenziale di scarica diminuiva bruscamente, nel momento in cui i raggi magneto-catodici cominciavano a manifestarsi, mentre, come sarà detto più avanti, nel corso delle mie ricerche ho in generale osservata una variazione in senso opposto.

Ciò non deve sorprendere, in quanto che basta scorrere l'estesissima letteratura relativa a questo soggetto per constatare, che a seconda delle condizioni sperimentali il campo magnetico può far aumentare o diminuire il potenziale di scarica, e far variare in un senso o nell'altro l'intensità media della corrente che attraversa il gas.

Non occorre citare qui la lunga serie di memorie pubblicate nei due ultimi decennii su questa questione, tanto più perchè non sarebbe facile trovar la ragione di certe discrepanze, che si riscontrano fra i risultati dei vari sperimentatori. Trovo tuttavia utile richiamarne qualcuna.

Secondo Witz (**) quando il campo magnetico è trasversale, e cioè la scarica è diretta perpendicolarmente alla forza magnetica, la differenza di potenziale agli elettrodi è aumentata dal campo magnetico.

Paalzow e Neesen (***) ebbero un risultato analogo; ma quando il campo era lon-

---

(*) Comp. Rend., 10 février 1902, pag. 352; 24 mars 1902, pag. 697; 25 mai 1902, pag. 1046; 29 décembre 1902, pag. 1321: 22 février 1904, pag, 476; 20 juin 1904, pag. 1593.

(**) Comp. Rend. 12 mai 1890, pag. 1002.

(***) Wied. Ann. v. 63, p. 209 (1897).

gitudinale essi osservarono ora aumenti ora diminuzioni del potenziale di scarica, a seconda della pressione del gas attraversato dalla scarica. I risultati, almeno quando il catodo era abbastanza fuori dall' influenza del campo magnetico, possono enunciarsi dicendo, che il campo agisce come un aumento di pressione nel gas. Ma quando il campo magnetico aveva la sua massima intensità presso il catodo, e quest' intensità si faceva crescere gradatamente, gli effetti finivano coll' invertirsi.

Il Birkeland nel corso di esperienze già citate più sopra (*) riconobbe, come già si è detto, che quando sopra un tubo di scarica agisce un campo magnetico longitudinale di cui l' intensità va crescendo, si nota a partire dall' intensità critica una considerevole diminuzione del potenziale di scarica. Aggiungerò ora che egli altresì riconobbe, che con questa diminuzione graduale si giunge sino ad un minimo, dopo di che il potenziale di scarica torna a crescere.

Da una più recente ricerca di R. S. Willows (**) si desume invece che, almeno per tubi con gas a pressione compresa fra 1 millimetro e $^1/_{10}$ di millimetro, un campo magnetico trasversale può in certi casi dar luogo a diminuzione del potenziale di scarica. Ciò si verifica allorchè il campo agisce sul catodo e regioni attigue. Se si prendono come ascisse i valori della pressione e come ordinate i potenziali di scarica si ottengono due curve diverse secondo che esiste o no il campo. Entrambe presentano in alto la loro concavità, e la curva corrispondente al caso in cui il campo esiste poco differisce da quella che si otterrebbe trasportando l' altra curva parallelamente alle ascisse e verso l' origine. Fino ad una certa pressione la prima curva sta dunque al disotto della seconda, mentre per pressioni superiori essa ha ordinate più lunghe.

Infine, lo stesso Autore trovò che, quando il campo agisce presso l' anodo o sulla colonna positiva, si ha sempre come effetto di esso un aumento nel potenziale di scarica e una diminuzione nell' intensità della corrente.

Cap. III — **Disposizioni sperimentali.**

Da quanto è stato esposto nel precedente capitolo risulta, che già vari fisici hanno ritenuto non sufficiente l' ordinaria spiegazione del fascio luminoso di Plücker, ed hanno intuito che esso sia costituito da nuovi raggi, cui diedero speciali denominazioni (raggi di seconda specie, raggi magneto-catodici, ecc.) senza però indicare neppure in via di ipotesi, quali siano la loro natura e la loro costituzione. Ma una volta persuaso della possibile esistenza, particolarmente nel campo magnetico, dei raggi magnetici, cioè di raggi costituiti dal moto traslatorio di sistemi elettricamente neutri simili a stelle doppie, e formati ciascuno da un elettrone e da un ione positivo, l' ipotesi che tali raggi siano precisamente quelli, che si manifestano come fascio di Plücker, doveva naturalmente presentarsi alla mia mente, ed indurmi a cercarne qualche conferma sperimentale.

(*) Comp. Rend. 21 févr. 1898, pag. 586.
(**) Phel. Mag. feb. 1901, p. 250.

Se non chè le difficoltà che presenta una simile ricerca sono grandissime, specialmente per la mancanza di confronti possibili con risultati teorici. Così, mentre quando si trattò di stabilire la natura dei raggi catodici o dei raggi-canali, si potè prevedere col calcolo in quale maniera la traiettoria d' un elettrone o d' un ione si modifica per opera d' un campo magnetico e di un campo elettrico, agenti separatamente o insieme, e si poterono dopo verificare sperimentalmente i risultati così ottenuti, il fare altrettanto non sembra possibile, almeno per ora, per le coppie giranti costituenti i raggi magnetici. È quindi giuocoforza limitarsi a cercare delle prove indirette in favore dell' ipotesi proposta.

Poichè i raggi magnetici, pel modo in cui si suppongono costituiti, trasportano in pari tempo cariche dei due segni presumibilmente in uguali quantità (salvo il supporre ioni positivi plurivalenti, o elettroni in numero maggiore di uno), il risultato di Villard, secondo il quale i raggi da lui chiamati magneto-catodici non portano alcuna carica ad un conduttore che li riceva, costituirebbe una prova favorevole, se il risultato stesso non fosse, anche a giudizio del medesimo fisico, alquanto mal sicuro. Perciò le mie prime esperienze, quelle appunto che riferirò nel seguente capitolo, furono istituite col proposito di stabilire con molta certezza, se i supposti nuovi raggi trasportano o no cariche elettriche.

Un' altra linea di indagine da me seguita è stata quella di cercare qualche manifestazione degli elettroni e dei ioni positivi, che provengono dai raggi magnetici, allorchè restano distrutte le coppie elettrone-ione, di cui constano. Le relative esperienze saranno descritte nel Cap. V.

Diverse altre esperienze da me fatte partendo da altri criteri saranno poi descritte nei Capitoli successivi. In questo capitolo riferirò intanto sugli apparecchi adoperati in tutte queste ricerche sperimentali.

Naturalmente ho dovuto impiegare sempre dei tubi da scarica contenenti aria o altro gas più o meno rarefatto e muniti di elettrodi. Il numero dei tubi, di svariatissime forme, da me messi in esperienza, e per la costruzione dei quali non potevo fare assegnamento che sull' opera mia, è stato assai rilevante; ciò che ha reso oltremodo laboriosa la mia ricerca.

La forma d' ognuno dei principali tubi adoperati sarà indicata al momento in cui saranno descritte le esperienze c n essi effettuate. Mi limiterò qui a indicare la forma del catodo, la quale ha una speciale importanza.

Quando occorreva un fascio catodico ben visibile per una buona parte del suo percorso e di ristretta sezione, diedi al catodo una delle forme adottate da Villard. Esso era cioè costituito da un disco d' alluminio coperto con una lastra di mica, o meglio di vetro, avente nel mezzo un foro assai piccolo, dal quale soltanto potevano svilupparsi i raggi catodici.

La Fig. 4 mostra un catodo di questo genere. AB è il disco d' alluminio, AC un filo dello stesso metallo, prolungantesi nel filo di platino CD da saldarsi collo smalto nella parete del tubo, $EFGH$ una specie di scatola di vetro, avente in O una piccola apertura, ricavata da un tubo $EFG'A'$ munito dello stretto ramo laterale circondante il filo AC. Qualche volta il filo ACD era assai lungo, e anzichè essere saldato nella parete del tubo da scarica

era fissato ad un pezzo *A* (Fig. 5) girevole a smeriglio. Era così possibile dare al fascio catodico *OM* qualsiasi inclinazione rispetto alla direzione *D* del campo magnetico.

Però nel maggior numero delle mie esperienze non occorreva ridurre tanto la sezione del fascio catodico, mentre interessava assai più limitarne la divergenza. La forma adottata da Hittorf, o una da questa poco diversa, risultò quindi generalmente preferibile. Perciò in quasi tutti i miei tubi il catodo consta d'un dischetto d'alluminio *AB* (Fig. 6) di 3 a 6 millimetri di diametro, solidale con un gambo del medesimo metallo congiunto al filo di platino *C*. Questo, per mezzo dello smalto fusibile *EF*, che serve a saldarlo nella parete del tubo di scarica, è congiunto ad un cannello di vetro *DE*, in cui il disco *AB* entra appena, e che lo sopravanza per una lunghezza *BD* di 15 a 25 millimetri. Il cannello *AD* non intercetta sensibilmente i raggi catodici o i raggi magnetici, perchè nelle esperienze eseguite con un catodo della forma descritta l'asse del medesimo coincide con quello del rocchetto destinato a creare il campo magnetico.

Fig. 4.

Tale rocchetto fu sempre uno dei due che, montati su due pezzi di ferro a squadra mobili su un banco orizzontale esso pure di ferro, costituiscono la notissima elettrocalamita di Ruhmkorff. Qualche volta furono adoperati entrambi i rocchetti, ma sempre senza i detti pezzi a squadra. Anche il banco non venne mai utilizzato.

I detti rocchetti hanno un'anima di ferro lunga 18,8 c. e di 6,3 c. di diametro. L'avvolgimento, che ha un diametro esterno di 20,5 c. può sopportare anche per lungo tempo una corrente di 16 ampère fornita da 30 accumulatori, nel circuito dei quali, oltre al necessario interruttore, era sempre inserito un amperometro ed un reostata per graduare la corrente.

Quando entrambi i rocchetti erano adoperati, ciascuno aveva a parte la propria batteria di accumulatori, il proprio reostata, ecc.

Spesso occorreva modificare momentaneamente il campo magnetico eccitando colla corrente uno o più altri rocchetti posti generalmente col loro asse perpendicolare a quello del rocchetto destinato a creare il campo. Questi rocchetti, espressamente costruiti, avevano dimensioni assai minori di quelle dei precedenti. Anche per essi occorreva graduare, mediante un reostata, l'intensità della corrente. Non era sempre possibile adoperare, invece di questi piccoli rocchetti, delle calamite permanenti, per la ragione che il magne-

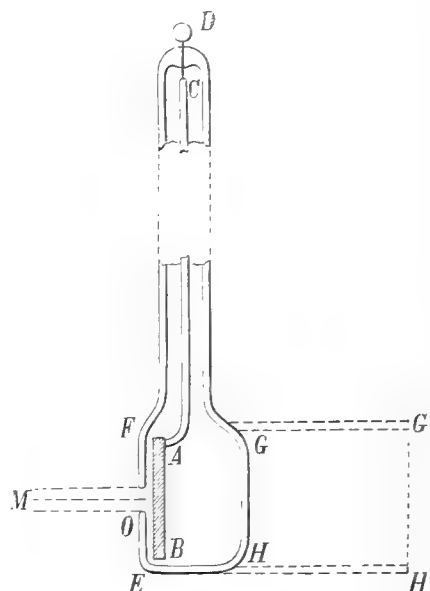
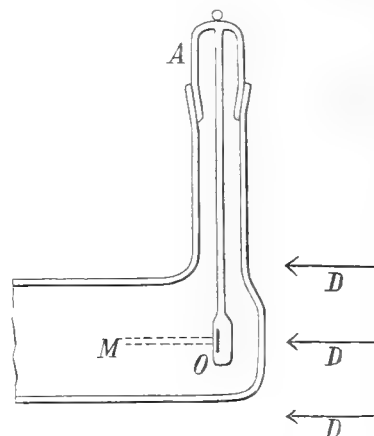



Fig. 5.

tismo di queste era troppo modificato dall'influenza dei grandi rocchetti, al punto che la loro polarità poteva anche mostrarsi invertita. In certi casi però ottenevo l'intento che m'ero prefisso semplicemente coll'accostare una grossa sbarra di ferro dolce. Per influenza del campo magnetico essa si magnetizzava in un senso determinato, ed il campo restava modificato come se, invece del ferro, si fosse impiegata una calamita permanente o una elettrocalamita con polarità di ugual senso.

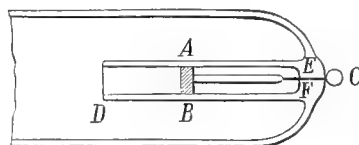
Per ridurre al voluto valore la pressione del gas nel tubo da scarica ho sempre adoperato prima una pompa ad olio a due cilindri, poi la nuova pompa rotativa a mercurio di Gäde costruita dal Leybold di Cöln. Senza quest'ultima, che fa il vuoto con grande rapidità, le mie sperienze, anzichè durare pochi mesi, avrebbero certo richiesto un tempo assai più considerevole. Per la misura della pressione del gas rarefatto impiegai un manometro del noto tipo di Mc Leod.

Fig. 6.

Rimandando al momento più opportuno la descrizione o l'indicazione d'altri apparati, da me adoperati in casi speciali, mi resta a dire quale sia la più adatta sorgente elettrica per la scarica, che deve attraversare il gas rarefatto, il quale fu quasi sempre l'aria.

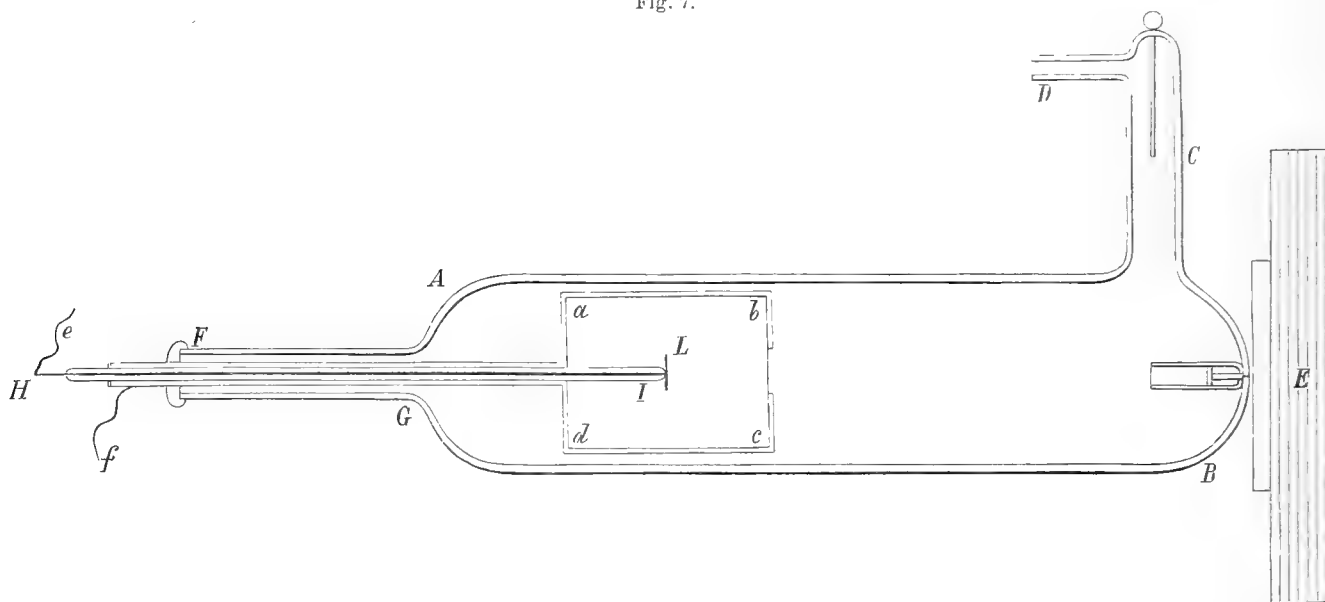
Risultati netti e costanti non si ottengono, per le ricerche di cui qui si tratta, che ricorrendo ad una macchina ad influenza. Quella di cui ho fatto uso è del modello Holtz a quattro dischi (due mobili e due fissi) con pettini ausiliari. Essa è di grandi dimensioni, ed è ermeticamente chiusa in una cassa di vetro contenente aria secca, sicchè è sempre pronta ad agire qualunque sieno le condizioni atmosferiche. La rotazione dei dischi è ottenuta rapidissima e uniforme per mezzo di un motore elettrico.

Per le esperienze, che saranno descritte nella presente Memoria, è di somma importanza che la corrente fornita dalla macchina al tubo, se non può essere assolutamente continua, differisca il meno possibile da una tale corrente. Occorre dunque sopprimere i condensatori annessi alla macchina, ed evitare con cura qualsiasi anche minima interruzione sui conduttori, che congiungono i poli di essa cogli elettrodi del tubo da scarica. Ho trovato utile poi inserire fra uno dei poli della macchina e l'elettrodo del tubo che con esso comunica una colonna d'acqua distillata (lunghezza circa un metro, sezione circa $^1/_4$ di centimetro quadrato). Lungo i conduttori di comunicazione è comodo avere un inversore, onde dare alla corrente nel tubo la direzione voluta, anche se (ciò che di rado avveniva) la polarità della macchina s'inverte.

Ritengo che le macchine a influenza dei tipi Toepler, Voss, Wimshurst, ecc. meno convengano per le mie esperienze. Trovai infatti, che i fenomeni principali non si manifestavano in modo chiaro e costante quando tentai di adoperare, in luogo della macchina Holtz a quattro dischi, un'altra ad otto dischi dello stesso tipo, salvo che uno dei quattro dischi giranti portava dei dischetti di stagnola equidistanti su una delle sue faccie, in modo da costituire una macchina del tipo Voss. Questa disposizione, utilissima in linea generale, perchè rende la macchina autoeccitatrice, dà luogo però, a quanto

penso, a certe fluttuazioni della corrente, dovute alle scintillette che scoccano fra i pennelli metallici fissi e i dischetti di stagnola, che rendono confusi i fenomeni di cui interessa lo studio.

Cap. IV — **Carica trasportata dai raggi magnetici.**

L'apparecchio, che mi ha servito per valutare la carica trasportata dai raggi magnetici, ha assunto, dopo molte modificazioni introdottevi, la forma definitiva rappresentata nella Fig. 7.

Fig. 7.

Un tubo cilindrico di vetro AB lungo circa 25 cm. e del diametro di 4,5 cm. porta un ramo laterale C, da cui parte un sottile cannello D, che lo fa comunicare colla pompa. In C è saldato l'anodo in forma di sbarretta o di piccolo disco d'alluminio, mentre all'estremo B del tubo principale è saldato il catodo, avente la forma della Fig. 6, ed il cui asse coincide con quello del tubo AB. All'estremità opposta A del tubo è unito un cannello di vetro FG, entro il quale può scorrere l'asticella d'ottone HI circondata da un cannello di vetro, alla sua volta introdotto in un tubo d'ottone. A questo è saldata la scatola cilindrica d'ottone *abcd*, avente nel centro della base *bc* un'apertura circolare chiusa da una reticella metallica. La scatola *abcd* costituisce un conduttore cavo quasi completamente chiuso, o camera di Faraday, tenuto in permanente comunicazione col suolo per mezzo di un filo metallico *f*. Un altro filo *e*, circondato in tutta la sua lunghezza da un tubo metallico comunicante col suolo, serve per far comunicare con un elettrometro a quadranti l'asticella HI, e quindi anche un dischetto metallico L posto di fronte alla tela metallica. La buona chiusura fra il cannello di vetro FG ed il tubo d'ottone

a cui è saldata la scatola *abcd* è ottenuta con ceralacca. Basta rammollire quest'ultima per portare la scatola alla distanza che più si desidera dal catodo.

Infine uno dei grandi rocchetti *E* descritti nel capitolo precedente, ed il cui asse coincide con quello del tubo di scarica, serve a creare il campo magnetico. E siccome il rocchetto deve essere posto assai vicino al tubo, la comunicazione del catodo colla macchina elettrica vien fatta, come nella maggior parte delle esperienze descritte nella presente Memoria, per mezzo d'un filo circondato da un tubo di vetro a grossa parete introdotto nel foro assiale del nucleo dell'elettrocalamita.

Allorchè si è abbastanza rarefatta l'aria nel tubo e la macchina elettrica è posta in azione, mentre vedonsi nel tubo laterale *C* la colonna positiva stratificata, ed entro il tubetto circondante il catodo i due strati negativi, si scorge che il secondo di questi esce in parte dal tubetto formando un fascio luminoso divergente, che si estende tanto più quanto maggiore è la rarefazione. Intanto l'elettrometro devia di più in più indicando una carica negativa crescente, evidentemente dovuta agli elettroni provenienti dal catodo. Sembrerebbe fosse facile misurare la carica negativa raccolta dal disco *L* in un dato tempo, e confrontarla con quella che esso raccoglie, allorchè la corrente passa nel rocchetto *E*, facendo durare nei due casi l'esperienza per un ugual tempo, e leggendo la deviazione dell'elettrometro dopo aver sospesa l'azione della macchina elettrica. Ma ciò invece riesce impossibile in causa dell'elevata conducibilità, che è conferita dalla scarica all'aria rarefatta, e che non sparisce d'un tratto al cessare della scarica stessa. Si riconosce infatti che facendo cessare il passaggio della corrente fra gli elettrodi del tubo l'elettrometro si scarica rapidamente. L'aria ionizzata stabilisce infatti una comunicazione fra il disco *L* e la scatola comunicante col suolo *abcd* che lo circonda.

Per evitare questa difficoltà mi sono attenuto al metodo seguente, sufficiente per lo scopo attuale, benchè non sia tale da dare valutazioni relative esatte.

La macchina elettrica è tenuta in azione in modo permanente, cosicchè la deviazione elettrometrica continua lungamente ad aumentare. Però questo aumento, rapido in principio, si fa in seguito di più in più lento, sinchè si giunge ad una deviazione sensibilmente invariabile. Ciò naturalmente ha luogo, quando la quantità di elettricità raccolta in un dato tempo dal disco *D* eguaglia la quantità d'elettricità che nel tempo stesso va perduta, sia attraverso l'aria ionizzata entro l'apparecchio, sia per la consueta dispersione. La deviazione *massima* o *finale* così ottenuta, non è proporzionale alla quantità di elettricità raccolta nell'unità di tempo dal disco, ma è certamente tanto maggiore, quanto più grande è la quantità stessa, ciò che è sufficiente per lo scopo attuale.

Infatti se, quando si è raggiunta la detta deviazione finale, s'eccita l'elettrocalamita, si constata in linea generale, che la deviazione diminuisce sino ad un nuovo valore stabile più o meno differente dal primo.

Varie circostanze influiscono sulla grandezza nelle due deviazioni finali, e principalmente la pressione dell'aria, l'intensità del campo magnetico e la distanza fra la scatola *abcd* ed il catodo.

Ecco i valori del potenziale massimo raggiunto dall'elettrometro con vari valori del

campo e per due diverse pressioni dell'aria contenuta nel tubo. La distanza della scatola metallica dal catodo era di 21 c.

Campo *C. G. S.*	Press: 0, 18 mm.	Press: 0, 30 mm.
0	— 21 v.	— 5, 6 v.
280	„ 21, 4	„ 6, 7
520	„ 22, 7	„ 3, 5
810	„ 8, 8	„ 3
1220	„ 4, 7	„ 1
1620	„ 2, 7	„ 0, 1
1840	„ 2, 5	„ 0, 1

I numeri della prima colonna servono a dar idea dell'intensità del campo magnetico. Non essendo questo uniforme bisognava misurarlo in un luogo determinato. Si scelse un punto posto sull' asse del rocchetto e a 1,5 cm. dalla faccia polare di questo, cioè presso a poco il luogo occupato dal catodo. Questa regola fu da me costantemente seguita per le analoghe misure in tutte le esperienze. L'intensità del campo in quel punto fu valutata una volta per tutte misurando la rotazione del piano di polarizzazione della luce del sodio prodotta da uno strato grosso pochi millimetri di solfuro di carbonio e per diversi valori della corrente magnetizzante.

In base a simili misure preliminari potevo sempre determinare, con approssimazione più che sufficiente pel caso attuale, il valore del campo, deducendolo con interpolazione dall' intensità della corrente passante pel filo dell'elettrocalamita.

I numeri della seconda colonna della precedente tabella danno in volta il potenziale raggiunto dall'elettrometro, quando la pressione nell'apparecchio era di 18 centesimi di millimetro; quelli della terza gli analoghi valori per una pressione più grande (3 decimi di millimetro).

Si vede per esempio che, mentre alla pressione 0,18 e senza corrente nel rocchetto la deviazione finale negativa assunta dall'elettrometro corrispondeva a 21 volta, creando un campo di 1840 unità presso il catodo la deviazione stessa si riduceva a un ottavo circa del primitivo valore Similmente per la pressione di 0,3 mm. alla quale tale riduzione relativa era anche più considerevole.

Ma seguendo d'alto in basso i valori del potenziale per una data pressione, si osserva un andamento, che merita di essere esaminato da vicino.

Si vede infatti, che un debole campo magnetico fa crescere la deviazione, e che solo aumentando il campo essa, oltrepassato un certo valore massimo, rapidamente decresce. Ma basta osservare nell' apparecchio il fenomeno luminoso per rendersi conto di simile andamento.

Quando si eccita il rocchetto con debole corrente, si vede chiaramente diminuire la divergenza del fascio luminoso uscente dal catodo, ciò che ha per naturale conseguenza

quell'aumento iniziale della deviazione, che si è rilevato or ora. Un tal fatto si spiega facilmente e poteva anzi essere previsto, poichè è dovuto al modificarsi della forma delle traiettorie percorse dagli elettroni. Tali traiettorie erano sensibilmente linee rette divergenti senza campo magnetico; divengono linee rassomiglianti ad eliche avvolte intorno alle linee di forza, quando il campo esiste.

Crescendo gradatamente l'intensità di questo, il fascio luminoso muta d'aspetto d'un tratto; esso diviene infatti più lungo e più luminoso e sopratutto assume la forma d'un cono meno divergente di prima, anzi sensibilmente quella di un tubo di forza del campo magnetico. E quantunque in tal caso il fascio abbia assunto tal forma, da potere per quasi tutta la sua sezione trasversale colpire il dischetto comunicante coll'elettrometro, pur tuttavia la carica negativa da questo raccolta diviene bruscamente assai più piccola di quella che, quando non esisteva il campo magnetico, acquistava il dischetto medesimo.

Non è necessario riportare i risultati ottenuti in tante altre esperienze simili a quelle, di cui nella precedente tabella sono riportati i risultati ottenuti, nelle quali però era differente la pressione dell'aria o la distanza dal catodo del dischetto comunicante coll'elettrometro. Dirò soltanto che in tutti i casi si manifestò, salvo la breve fase iniziale corrispondente a deboli intensità del campo, una notevole diminuzione della carica trasportata, quando si faceva agire il rocchetto. Questo effetto è pronunciatissimo per una certa pressione, e lo è meno sia per pressioni minori che per pressioni più grandi di quella. Così esso era appena apprezzabile, quando l'aria del mio apparecchio aveva la pressione di un millimetro. Per grandi rarefazioni sembra potersi dire altrettanto, quantunque in tal caso la scatola metallica circondante il disco entri in funzione come un catodo secondario, ciò che indubbiamente deve perturbare i fenomeni.

Quanto all'influenza, che ha sui risultati la distanza dal catodo del dischetto raccoglitore, dirò che, contrariamente forse a ciò che potevasi supporre, il risultato delle esperienze diviene meno netto, quando quella distanza viene di troppo diminuita; ciò che d'altronde si può considerare dovuto alla modificazione del campo elettrico prodotto dalla presenza della scatola comunicante col suolo nella prossimità del catodo

Infine il risultato generale non muta se, invece di lasciare isolati entrambi gli elettrodi del tubo, si pone l'anodo in comunicazione col suolo. Benchè, in causa della ionizzazione dell'aria, ciò debba favorire il caricarsi negativamente dell'elettrometro, resta tuttavia relativamente piccola la carica che esso raccoglie, quando agisce un intenso campo magnetico.

Dalle esperienze descritte risulta dimostrata una modificazione profonda prodotta dal campo magnetico, della quale, mi pare, si può rendere conto principalmente in due modi. O il campo magnetico devia gli elettroni, e fa sì che essi non possano giungere al dischetto raccoglitore, ciò che non si saprebbe come spiegare, ed è in pari tempo contrario a quanto può desumersi dall'aspetto della luce nel tubo; oppure oltre agli elettroni, giungono al dischetto delle cariche positive. Quest'ultima alternativa, contro cui nulla risulta dalla apparenza del tubo, è evidentemente favorevole all'ipotesi da me proposta, secondo

la quale appunto formansi in posto dei raggi catodici i raggi magnetici, e sul dischetto giungono, invece di elettroni negativi liberi, le coppie neutre elettrone-ione positivo.

La carica assunta dall'elettrometro non diviene nulla, come si è visto, neppure con campi magnetici assai intensi; ma colle condizioni sperimentali descritte, in cui la presenza della scatola comunicante col suolo perturba verosimilmente i fenomeni, non si può asserire che ciò indichi con sicurezza l'arrivo di elettroni liberi sul dischetto. Però, se anche la cosa fosse sicura, essa non costituirebbe certo un'obbiezione all'ipotesi da me ammessa. Nulla di più naturale infatti, che non tutti gli elettroni negativi formino quelle certe stelle doppie unendosi ad un ione positivo; nulla di più naturale inoltre che, rompendosi uno di questi sistemi neutri prima di raggiungere il dischetto, l'elettrone rimasto libero, e non il ione positivo, possa recare all'elettrometro la propria carica.

Ammessa l'ipotesi proposta sulla natura dei raggi magnetici viene fatto di pensare, che le coppie giranti debbono rompersi quando urtano il dischetto raccoglitore. Può darsi allora che gli elettroni e i ioni in parte rimangano al dischetto e in parte rimbalzino; e poichè tanto i raggi catodici che i raggi-canali determinano la emissione di elettroni negativi per parte dei corpi da essi colpiti, può darsi che altrettanto avvenga quando i raggi magnetici colpiscono il dischetto. Queste vicende devono evidentemente tendere ad aumentare o a diminuire la carica assunta dall'elettrometro, ma probabilmente in complesso diminuirla o fors'anche renderla positiva. Qualche rara volta ho infatti ottenuto una lieve deviazione positiva dell'elettrometro operando con un campo magnetico intenso; ma non sono riuscito a riprodurre in modo costante e sicuro un tale risultato, in quanto che, qualche volta, in condizioni apparentemente identiche si raccoglieva invece una piccola carica negativa oppure carica nulla.

Benchè senza gran profitto ho cercato d'esaminare le questioni or ora accennate con apposite esperienze. Esse consistevano nel confrontare le deviazioni finali dell'elettrometro in due casi, differenti l'uno dall'altro semplicemente in ciò, che in uno di essi al dischetto d'ottone L (Fig. 7) era sostituita una foglia d'alluminio (qualche volta raddoppiata) tesa in un anello metallico. Ero inclinato a credere, che la carica negativa raccolta dalla foglia metallica dovesse essere minore di quella raccolta dal disco d'ottone a parità d'ogni altra condizione, e fors'anche che colla foglia la carica si annullasse o divenisse positiva. Il risultato delle esperienze numerose fatte in tale maniera fu però esattamente contrario. E cioè col dischetto di sottile foglia metallica la diminuzione di carica negativa raccolta sotto l'azione del campo magnetico, in confronto di quella raccolta senza il campo, fu sempre meno marcata di quella verificatasi col disco di grosso metallo.

Non sarebbe difficile spiegare questo risultato con logici ragionamenti basati su ipotesi sussidiarie molto verosimili ed accettabili; me ne astengo però appunto pel carattere ipotetico che tali spiegazioni avrebbero, ed anche perchè con ipotesi sussidiarie non meno accettabili a priori avevo previsto il risultato opposto. Occorreranno nuove, e forse diversamente concepite ricerche sperimentali per acquistare una chiara e completa nozione di quanto accade, allorchè le piccole stelle doppie costituenti i raggi magnetici si rompono incontrando un corpo qualunque.

Cap. V — **Raggi magnetici in campo non uniforme.**

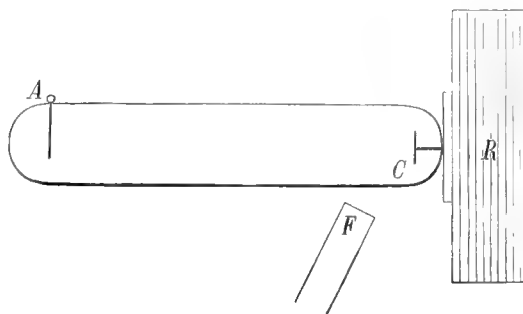
Le numerose esperienze, alla cui descrizione è dedicato questo capitolo, vennero istituite secondo il concetto già indicato in principio del Cap. III, e cioè collo scopo di investigare se, allorquando i supposti raggi magnetici, dopo aver percorso il campo magnetico non uniforme nel senso in cui la intensità del medesimo decresce, si distruggono in causa del venir meno la ragione della loro stabilità, e quindi si separano gli elettroni ed i ioni positivi che fino allora avevano costituito le ipotetiche stelle doppie, qualche fenomeno si produca, che riveli la comparsa di quei ioni ed elettroni.

A questo scopo impiegai tubi di scarica generalmente cilindrici e di varie dimensioni, aventi il catodo ad una delle estremità, e collocati in modo, che il loro asse coincidesse con quello d'un grande rocchetto destinato a produrre il campo magnetico. Il catodo essendo vicinissimo al polo del rocchetto, i raggi magnetici dovevano propagarsi secondo l'asse del tubo allontanandosi dal catodo, passando così dal luogo ove il campo magnetico ha la massima intensità, a regioni ove il campo ha intensità via via minore.

Nei primi tentativi, che mi diedero scarso frutto, l'anodo era applicato all'estremità del tubo opposta a quella ove era saldato il catodo, come indica la Fig. 8, nella quale *A* è l'anodo, *C* il catodo, *R* il rocchetto.

Fig. 8.

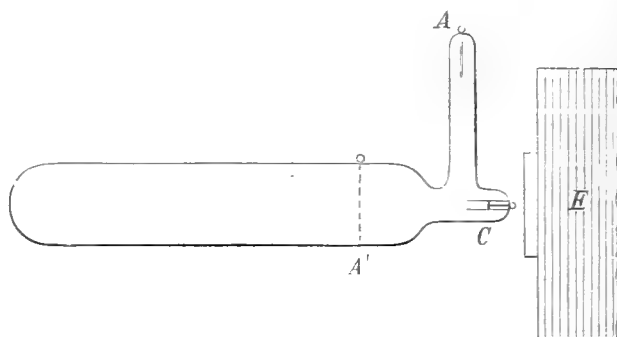
Se il catodo ha una forma come quella della Fig. 4, e se la sua superficie non è perpendicolare all'asse del tubo, quando si ha entro questo una conveniente pressione, vedesi la nota colonna positiva stratificata di luce rossa, che comincia in *A* e giunge sino ad una certa distanza dal catodo, mentre dal foro di questo esce un filetto luminoso azzurro-violetto perpendicolare alla sua superficie. Eccitando il rocchetto con una debole corrente, di cui poscia si fa crescere gradatamente l'intensità, il detto filetto luminoso assume una forma somigliante a quella di un'elica, e poi compare il tubo luminoso, su cui giace quella curva, e che è costituito dai raggi magnetici. Intanto gli strati della colonna positiva si ritirano verso l'anodo, ed il loro numero diminuisce.

Se invece il catodo ha la sua superfice piana perpendicolare all'asse del tubo, oppure se manca del diaframma forato od ha la forma della Fig. 6, l'elica luminosa naturalmente non appare, ma la trasformazione più o meno brusca dei raggi catodici in raggi magnetici, con ritiro degli strati positivi verso l'anodo, si presenta egualmente. L'aspetto dei raggi magnetici é generalmente assai simile a quello dei raggi catodici uscenti da un catodo diaframmato (Fig. 4 e 5), e cioè la loro luce è azzurro-violetta. Però spingendo la rarefazione assai oltre, essi divengono biancastri o decisamente bianchi. Continuando ad

aumentare l' intensità del campo, e segnatamente adoperando un secondo rocchetto posto presso l' anodo, si può giungere al punto da ridurre a uno o due gli strati positivi, anche se senza il campo erano assai numerosi; ed allora i raggi magnetici li attraversano giungendo sino all' estremità del tubo. Vedesi cioè un fascio di luce azzurro-violetta, avente la forma di un fuso che corrisponde a quella d' un tubo di forza, che va da una estremità all' altra del tubo.

Se, senza giungere a tanto, si avvicina al tubo di scarica e presso il catodo una sbarra di ferro *F* (Fig. 8), la quale naturalmente presenterà per influenza alla sua estremità un polo magnetico di nome contrario a quello del rocchetto *R* prossimo al catodo, i raggi magnetici s' incurvano, come fu detto più sopra, seguendo sensibilmente le nuove linee di forza magnetiche, e cioè si comportano come fossero attratti da *F*. Allora vedonsi ricomparire al loro posto gli strati della colonna positiva, presso a poco come se il campo cessasse d' agire. Ciò prova che, se dapprima essi si ritiravano, ciò si doveva non già ad una azione diretta del campo magnetico, ma ad una proveniente dai raggi magnetici.

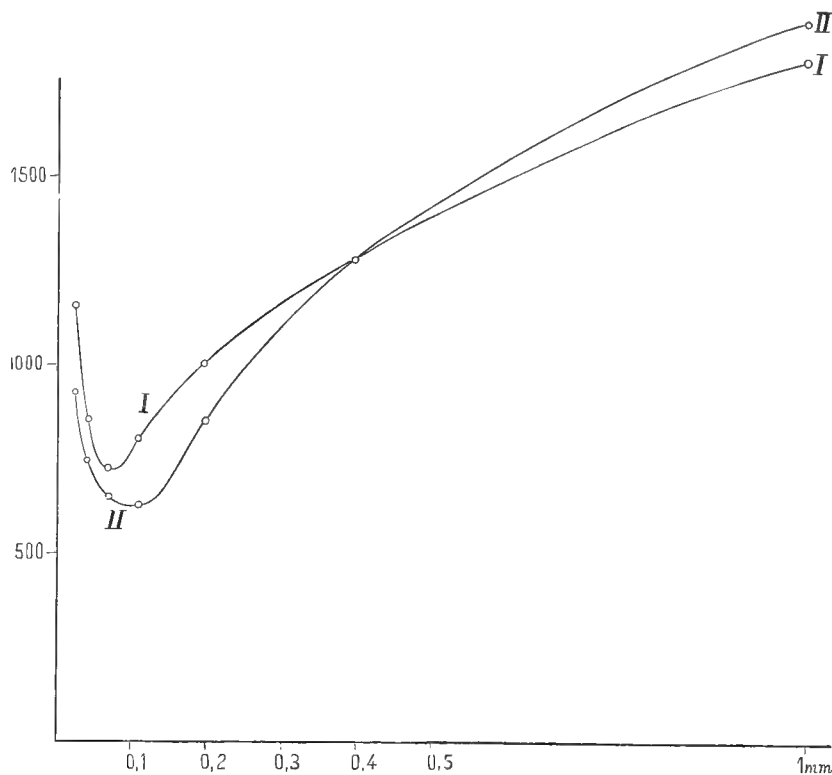
Dando all' anodo la forma di lamina traforata o di reticella, e collocandolo a distanza abbastanza piccola dal catodo, si riesce facilmente a far sì, che i raggi magnetici lo raggiungano ed anche l' oltrepassino di molto. Il tubo adoperato per questa esperienza ha la forma esterna di quelli che saranno descritti fra poco, ed è rappresentato nella Fig. 9. Il catodo è in *C* ed in *A* l' anodo, che però non si adopera per l' esperienza attuale. Invece fa da anodo una reticella metallica *A′* che chiude o quasi la sezione del tubo. Con rarefazione molto spinta, ed eccitando fortemente il rocchetto *E*, si vede il fascio di luce azzurro-violetta partente dal catodo, estendersi entro il tubo anche al di là dell' anodo *A′*, ed essere attratto o respinto quando gli si avvicina un polo magnetico.

Fig. 9.

Insieme a questi effetti visibili, il campo magnetico dà luogo ad una variazione del potenziale di scarica. Ecco infatti i valori misurati mediante l' elettrometro ad ago verticale di Thomson, per diverse pressioni, sia senza campo che col campo magnetico (circa 1500 unità ad un centimetro e mezzo dal polo del rocchetto). Il tubo adoperato per queste misure aveva un largo catodo interamente scoperto.

Pressione nel tubo	Potenziale senza campo	Potenziale col campo
mm 1, —	1800 volta	1900 volta [1]
0, 400	1280 „	1280 „
0, 200	1000 „	850 „
0, 110	800 „	620 „
0, 070	720 „	650 „
0, 040	850 „	750 „
0, 025	1150 „	920 „

[1] Solo parte del catodo è coperta di luce negativa.

Coi numeri di questa tabella si sono fissati i punti, rappresentati nella Fig. 10 con piccolissimi cerchi, prendendo come ascisse le pressioni e come ordinate i potenziali di scarica, poi si sono tracciate le curve continue che passano il più possibile in prossimità di essi. La curva I si riferisce al caso in cui non si aveva campo magnetico; la curva II corrisponde al caso opposto. Come si vede, salvo che a piccola rarefazione, il campo magnetico fa diminuire il potenziale di scarica, ciò che, in relazione a quanto si esporrà più oltre, conferma l' opinione, che la scarica nel tubo prodotta dalla macchina ad influenza, benchè costituisca un fenomeno apparentemente continuo, tale non sia in realtà.

Fig. 10.

Come si è notato nel cap. III il Villard aveva già trovato, che il campo magnetico faceva diminuire il potenziale di scarica nei tubi da lui adoperati.

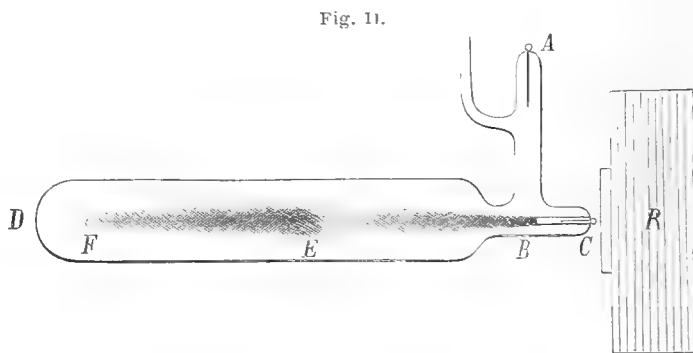
Benchè l'esperienza fatta colla disposizione della Fig. 8 non abbia corrisposto all'aspettativa, in quanto che da essa non si ricava nessun chiaro indizio della esistenza dei ioni positivi e degli elettroni provenienti dal distruggersi dei raggi magnetici, pur tuttavia essa

non contraddice menomamente all' ipotesi ammessa, coll' aiuto della quale anzi può spiegarsi nelle sue principali modalità. A questo scopo occorre richiamare però dapprima succintamente la teoria della scarica quale è oggi ammessa.

Gli elettroni respinti dal catodo ionizzano il gas, non appena acquistano una velocità sufficiente. La regione ove ciò avviene è il secondo strato di luce negativa. I ioni positivi resi liberi in tal modo si precipitano verso il catodo, e allorchè giungono presso di questo, hanno acquistato velocità sufficiente per ionizzare il gas, donde la formazione del primo strato di luce negativa, separato dall' altro per mezzo dello spazio oscuro catodico. Infine gli elettroni partiti originariamente dal catodo e dal primo strato negativo, insieme a quelli generati per ionizzazione nel secondo strato negativo, soltanto dopo aver percorso lo spazio oscuro propriamente detto (che separa la luce negativa dalla colonna positiva) acquistano la necessaria velocità per generare mediante la ionizzazione la luce positiva.

Ciò posto, se per effetto del campo magnetico parte almeno degli elettroni partiti dal catodo o dalle sue vicinanze si unisce a ioni positivi e forma le supposte coppie neutre giranti costituenti i raggi magnetici, queste, sospinte dal campo, si allontanano dal catodo sinchè arrivano in una regione, nella quale il campo stesso è così debole, che esse restano distrutte. Qui soltanto gli elettroni negativi tornano liberi e dopo breve ulteriore cammino acquistano, sotto l' azione della forza elettrica, la velocità necessaria per ionizzare il gas. Se il campo magnetico è abbastanza intenso, ciò accadrà in una regione assai più lontana dal catodo, di quello che era senza il campo; e così si spiega il raccorciarsi della colonna positiva quando agisce sul tubo un campo magnetico di sufficiente intensità.

L'esperienza della Fig. 8 non ha dato altri migliori risultati; ma bastò una lieve modificazione nella forma del tubo di scarica, perchè ottenessi quelli che passo a descrivere. L' idea che mi guidò fu la seguente. Stante la presenza dell' anodo all' estremo del tubo lontana dalla elettrocalamita, i raggi magnetici nella precedente esperienza si muovono sempre nel campo elettrico, e questa circostanza può influire alquanto sul loro modo di comportarsi. Bisognava dunque togliere l' anodo dal luogo occupato, e collocarlo per esempio in un ramo laterale presso il catodo, onde rendere nulla o quasi (e in ogni caso non più diretta secondo l' asse del tubo) la forza elettrica lungo il percorso dei raggi magnetici. In altre parole, bisognava che i raggi magnetici si sviluppassero liberamente in un ampio spazio nel senso in cui decresce il campo magnetico, senza rimanere nel campo elettrico. Ebbe origine in tal modo la forma di tubo di scarica, che in seguito ho sempre adottata, e che è disegnata nella Fig. 11.

Fig. 11.

Al grande tubo *BD*, posto col proprio asse in coincidenza con quello del rocchetto *R*, è saldato un breve tubo *BC* di 2 a 3 cent. di diametro munito d' un ramo laterale di 1,5

a 2 cent. di diametro e 15 a 20 di lunghezza. Alla estremità di questo ramo laterale è saldato l' anodo *A*, ed il tubo di comunicazione colla pompa, mentre il catodo, avente la forma indicata dalla fig. 6, è posto assialmente rispetto al rocchetto e a questo vicinissimo. Il ramo laterale portante l' anodo, come pure il catodo, potrebbero saldarsi direttamente sul tubo *BD* con soppressione del tubo *BC*; ma la costruzione dell' apparecchio diverrebbe più difficile, e maggiori le probabilità di spontanea rottura. Le dimensioni del tubo *BD*, entro cui si sviluppano liberamente, come vedremo, i raggi magnetici, possono variare moltissimo senza inconvenienti, giacchè basta, per esempio, rarefare un po' più l' aria, perchè un tubo di grandi dimensioni presenti gli stessi effetti d' uno più piccolo, generalmente però con minor intensità luminosa e maggior estensione. La porzione *BCA* costituisce il vero apparecchio di scarica, a cui, senza modificazioni di sorta alcuna, possono congiungersi tubi *BD* di qualunque forma e dimensione. Dal tubo *BCA* dipende la riescita delle esperienze. Occorre, per avere buoni risultati, che il ramo laterale contenente l' anodo *A* non sia troppo breve (p. es. l' estremità dell' anodo deve essere a distanza di almeno 8 o 10 cent. dal catodo), e sopratutto è necessario, che la distanza fra il catodo *C* e l' ingresso del grande tubo *BD* non superi 6 o 7 centimetri.

Fra i moltissimi tubi che ebbi a costruire ve ne sono di grandissimi e di piccoli, e se ne avrà qualche idea più avanti, perchè sarà mia cura indicare, quando ciò abbia importanza, la scala delle figure rappresentanti quelli impiegati nelle singole esperienze.

Ecco nelle loro linee generali i fenomeni che si osservano allorchè, mentre la corrente della macchina di Holtz passa in un tubo come quello della Fig. 11, si fa passare nel filo del rocchetto *R* una corrente, di cui si fa crescere gradatamente l' intensità. Descriverò i fenomeni osservati in una delle molte esperienze da me eseguite, le quali sono fra loro sostanzialmente identiche. Il tubo *BD* era lungo 1^{m}, 55, il suo diametro era 4, 5 centimetri, è la pressione dell' aria era di sei decimi di millimetro di mercurio. Finchè il campo magnetico è debole, l' apparenza della scarica non è da esso modificata; e mentre nel tubetto che circonda il catodo vedonsi i due strati di luce azzurro-violetta, il tubo laterale é occupato dalla colonna positiva di luce rossa stratificata, e il grande tubo *BD* è perfettamente oscuro. Ma facendo crescere gradatamente l' intensità del campo magnetico, non appena tale intensità raggiunge il valore 550 (come dissi altrove s' intende tale valore misurato a un centimetro e mezzo dal rocchetto e sull' asse di questo) il fenomeno muta bruscamente. Il secondo strato negativo sembra allungarsi d' un tratto sino ad *E* (Fig. 11) in modo da invadere parte del tubo *BC*, pur conservando il suo colore azzurro-violaceo, e al di là della estremità *E* di questo fascio allungato, che chiameremo fin d' ora fascio di raggi magnetici, appare una colonna luminosa *EF* rossa cioè del colore stesso della colonna positiva contenuta nel tubo laterale, e separata dal fascio *BE* da una regione sfumata e meno luminosa. Questa colonna di luce *EF* diviene rosea e tende al bianco-violaceo se si diminuisce gradatamente la pressione, ma alla sua estremità *F* mostra sempre un colore un po' violaceo. È quasi superfluo notare, che la colonna positiva contenuta nel tubo laterale, deviata dal campo, appare adagiata e schiacciata contro la parete del tubo. Essa si allunga d' un tratto qualche poco, quando appaiono i raggi

magnetici, ed anzi generalmente si ripiega lambendo esternamente il tubetto che circonda il catodo.

Aumentando ancora gradatamente l' intensità del campo magnetico, l' intera luminosità *BEF* si allunga sino ad un massimo per raccorciarsi poi nuovamente. Così, quando nell' esperienza descritta il campo ebbe il valore di circa 1000 unità, la lunghezza della colonna di luce *BEF* fu massima, e andò diminuendo, assai di poco però e assai lentamente, aumentando ulteriormente l' intensità del campo. I due valori numerici 550, e 1000 dell' intensità del campo, e cioè quello pel quale si ha la brusca modificazione nell' aspetto della scarica, e quello pel quale la lunghezza del fenomeno luminoso è massima, mutano per un medesimo tubo al mutare della pressione.

Nella seguente tabella, che si riferisce a esperienze fatte sempre col tubo di cui ho indicato le dimensioni, sono notati i detti valori per differenti pressioni dell' aria nel tubo.

Pressione dell' aria	Valore del campo pel quale compaiono i raggi magnetici	Valore del campo pel quale la colonna luminosa ha la massima lunghezza
1,72 mm	810	1360
1,60	810	1360
1,44	810	1265
1,02	720	1035
0,62	590	1020
0,58	550	1000
0,44	490	1250
0,42	470	1265
0,35	410	1670
0,22	280	—
0,11	135	—

Le curve della Fig. 12 hanno per ascisse i numeri della prima colonna, e per ordinate quelli della 2ª (curva I) o quelle della 3ª (curva II). Dall' esame di esse si ricava, fra altro, che operando a pressioni piuttosto basse, per esempio comprese fra 1 e 4 decimi di millimetro, anche con grandi intensità del campo non si raggiunge il massimo di lunghezza del fenomeno luminoso; e siccome lo studio di questo, che sarà riferito fra poco, è tanto più agevole quanto più esso è ampio e sviluppato, così è opportuno il restare entro i detti limiti di pressione, o tutt' al più sorpassarli di poco. La lunghezza dell' intera colonna luminosa, che è maggiore alle piccole pressioni, crescerà ancora tanto più, quanto più il campo magnetico si renderà intenso.

Le Fig. 13 e 14, tratte da qualcuna delle molte fotografie da me eseguite, si riferiscono all'effetto prodotto dal campo magnetico in un grande apparecchio formato da una campana di vetro chiusa con un disco della stessa sostanza, forato nel centro per ricevere il tubo a *T* portante gli elettrodi. La Fig. 13, nella quale vedesi la campana priva di ogni luce

Fig. 13.

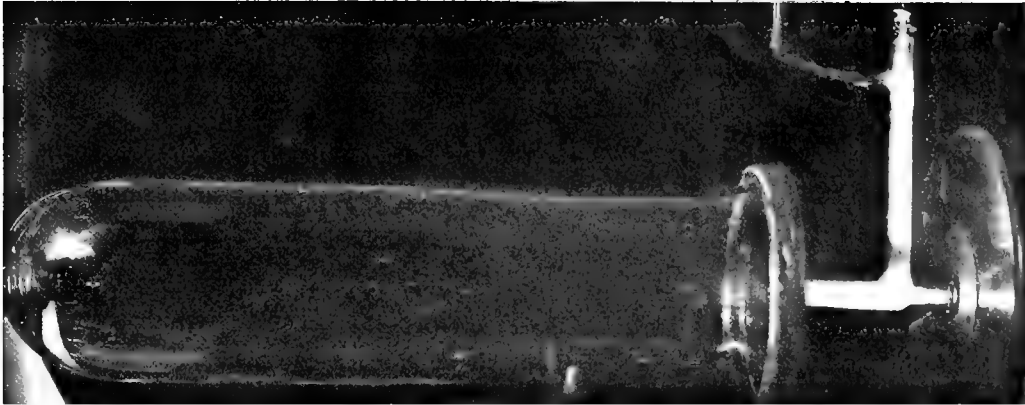



Fig. 14.

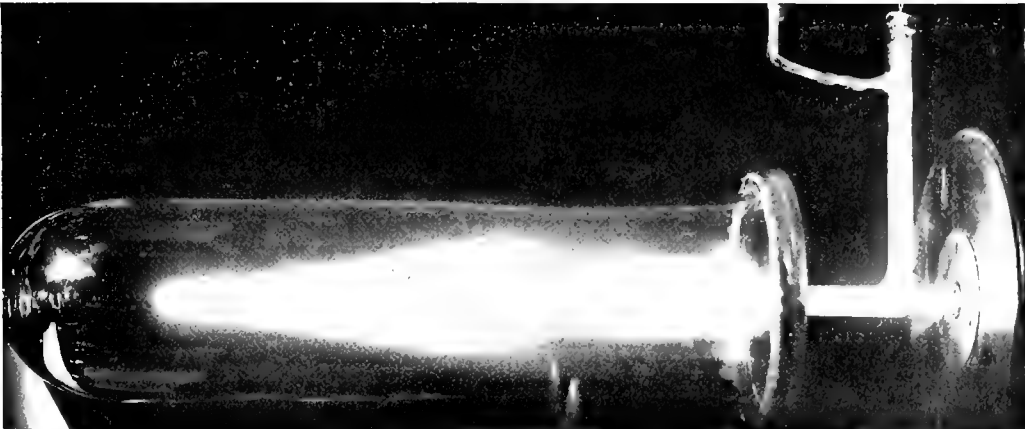



Fig. 15.

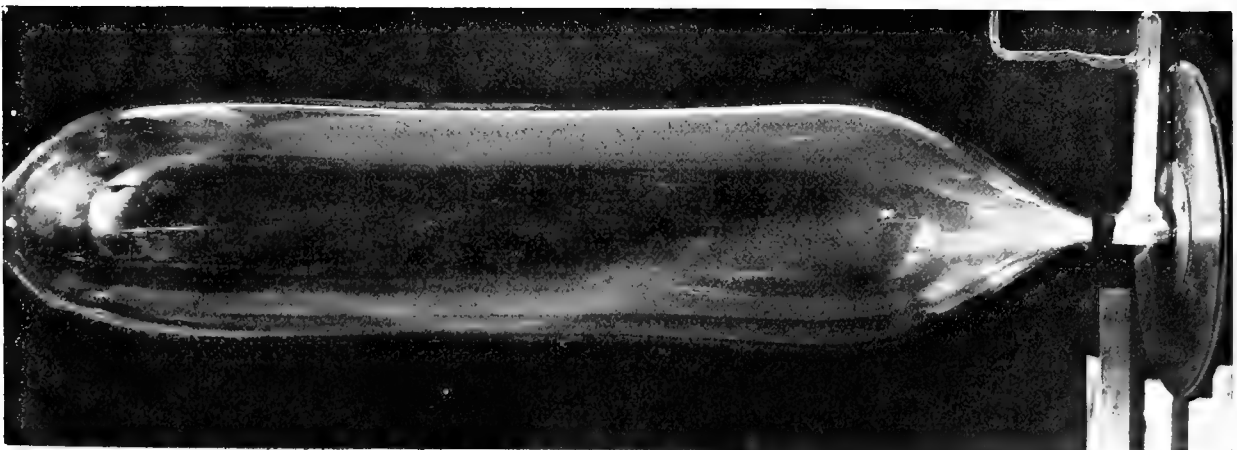



Fig. 16.

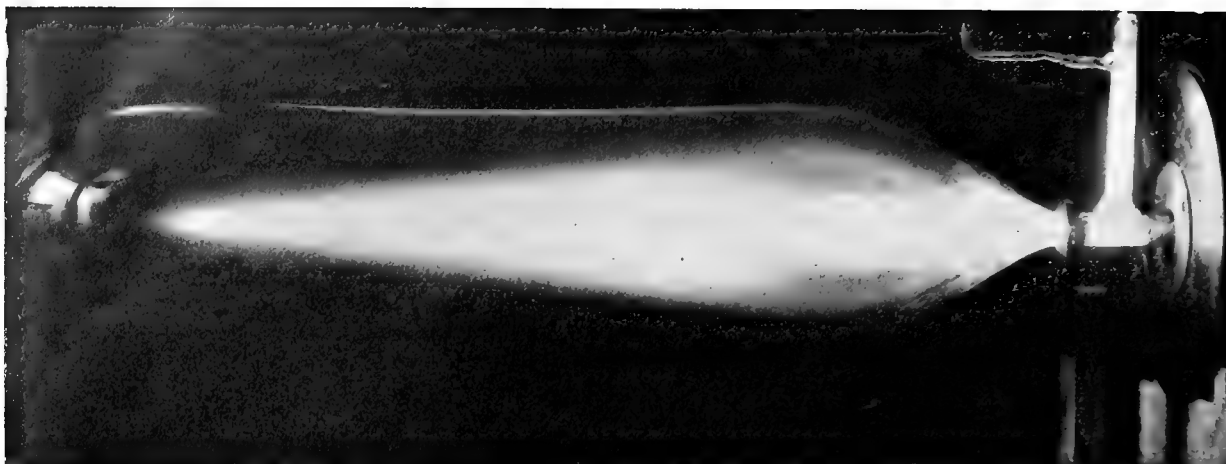



Fig. 17.

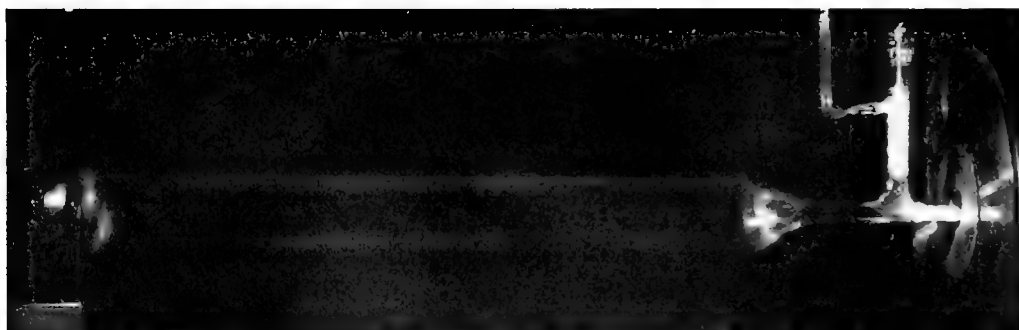



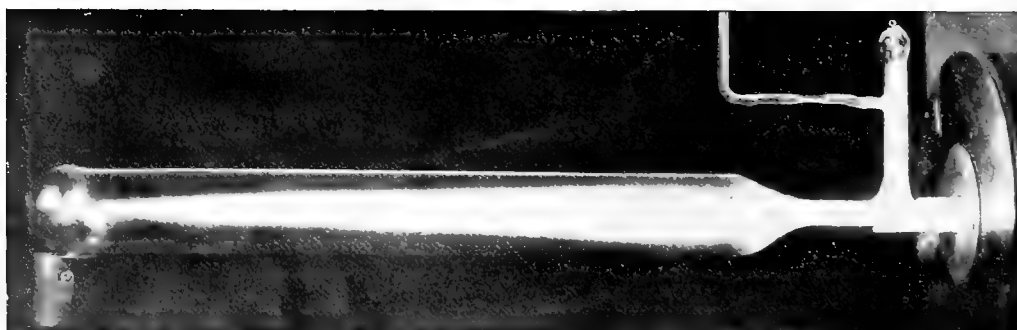
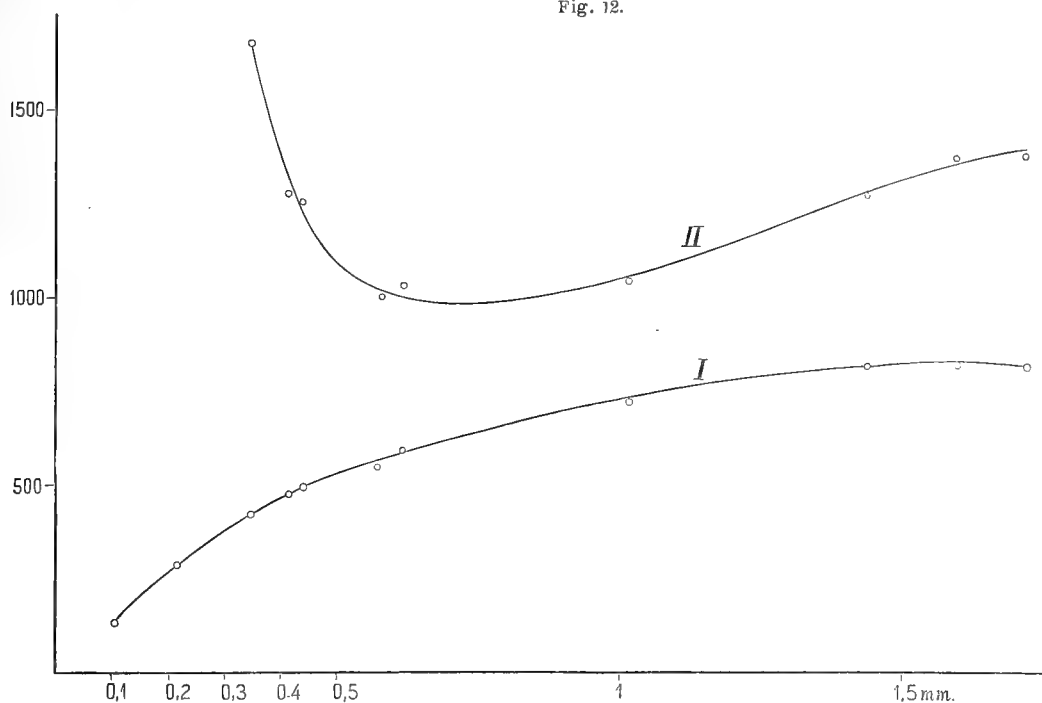
Fig. 18.

dovuta alla scarica, mostra l'aspetto dell'apparecchio mentre non esiste campo magnetico, e la corrente della macchina ad influenza passa fra i due elettrodi; la Fig. 14 mostra l'apparecchio mentre esiste il campo magnetico. Come si vede, la differenza d'aspetto

Fig. 12.

dell'apparecchio nei due casi è assai rimarchevole, tanto che l'apparizione di quel gran volume di luce, che ha luogo nell'atto di creare il campo, costituisce, specialmente operando nell'oscurità completa, un fenomeno assai cospicuo.

Nelle Fig. 13 e 14, come in tutte le altre riproduzioni delle mie fotografie, oltre alla impressione fotografica della scarica vedonsi ancora l'imagine dell'apparecchio, quella dell'elettrocalamita, ecc. Ciò è utile per potere giudicare la posizione occupata dalla luminosità della scarica entro l'apparecchio. Per conseguire questo risultato bastò illuminare l'apparecchio durante la posa, per mezzo di lampade opportunamente collocate. Questa luce accessoria non poteva sensibilmente modificare l'imagine della luce della scarica, perchè l'apparecchio era collocato contro un fondo di velluto nero, ma solo generare qualche imagine di riflessione sul vetro, che però non può dar luogo a confusione.

Le Fig. 15 e 16, analoghe alle precedenti, mostrano l'effetto del campo nel caso di un grande tubo lungo 76 centimetri e del diametro di circa 19 centimetri. Similmente le Fig. 17 e 18, relative ad un tubo di sezione piccola in confronto della sua lunghezza, nel quale la regione relativamente oscura che separa le porzioni *BE* ed *EF* della luminosità prodotta dalla scarica (Fig. 11) è meno facile a distinguersi.

Per investigare la natura di queste luminosità ho studiato gli effetti su esse prodotti da un campo magnetico.

Che il fascio luminoso *CE* (Fig. 11) possa considerarsi come fascio di raggi magnetici, resta giustificato dal modo suo di comportarsi, quando gli si accosta lateralmente il polo d'una nuova elettrocalamita. Così facendo il detto fascio è attratto come mostra la Fig. 3, oppure respinto. Naturalmente se detto fascio fosse costituito semplicemente da raggi catodici avvolti a elica intorno alle linee di forza del campo, esso si comporterebbe in modo simile. Le Fig. 19 e 20 mostrano appunto l'apparente attrazione o repulsione prodotta dalla piccola elettrocalamita posta sotto il grande tubo. Nel caso della Fig. 19 il polo superiore di quest'ultima era di nome contrario, e nel caso della Fig. 20 di egual nome, di quello del polo della grande elettrocalamita attiguo al catodo. Come si vede, la luce rossa *EF* (Fig. 11) non è sparita ad onta della deviazione dei raggi magnetici. Di questa particolarità ci occuperemo più oltre.

Ho avuto già occasione di far notare, che verosimilmente, in causa dell'inerzia dei sistemi giranti elettrone-ione positivo, i raggi magnetici non hanno che approssimativamente la forma delle linee di forza magnetica. Una esperienza, che poco differisce da quella descritta or ora, mi sembra confermarlo. Per realizzare tale esperienza basta riunire in un unico circuito le due elettrocalamite, e farlo attraversare ora da una corrente appena sufficiente per la manifestazione dei fenomeni, ora da una assai intensa, e confrontare le imagini fotografiche ottenute nei due casi. Si giunge allora al risultato seguente (Fig. 21). Quando la corrente magnetizzante è debole i raggi magnetici mostrano una forma *AB*, mentre colla corrente più intensa assumono l'altra forma *AC*. Ora, astrazione fatta dalla perturbazione, certamente non molto importante, introdotta dai noccioli di ferro dei due rocchetti, il mutare l'intensità della corrente deve soltanto far variare l'intensità del campo, ma non la sua forma. D'altronde l'esperienza riesce anche con un solo rocchetto, e cioè ponendo in *S* una elettrocalamita potente e sopprimendo la *R*. Verosimilmente la linea *AB* differisce pochissimo da una linea di forza, mentre *AC* ne differisce di più, in causa della maggior velocità impressa alle coppie giranti dal campo magnetico.

Fig. 21.

Il fatto rilevato più addietro, e cioè che coll'aumentare sin oltre un certo valore la intensità del campo può ottenersi un accorciamento del fenomeno luminoso entro il tubo di scarica, non si saprebbe spiegare facilmente da chi consideri il fascio luminoso partente dal catodo come costituito da raggi catodici. Lo si spiega invece facilmente coll'ipotesi addottata, rammentando quanto si disse nel Cap. I, e cioè che, quantunque il campo conferisca una stabilità relativa alle coppie giranti elettro-ione positivo, quando la sua intensità cresca oltre misura esso può rendere più facile la distruzione delle coppie stesse, non già naturalmente favorendo la separazione delle due parti di cui sono costituite, ma favorendo invece la loro riunione per formare atomi neutri.

Fig. 19.

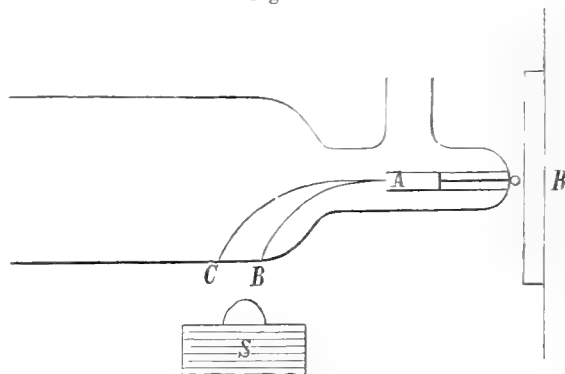



Fig. 20.

Ripetendo coi tubi ad anodo laterale della Fig. 11 le misure della differenza di potenziale fra gli elettrodi sia senza sia con campo magnetico, ho ottenuto un risultato assai diverso da quello avuto con tubi aventi gli elettrodi alle due estremità. La tabella seguente, una di quelle formate coi dati sperimentali da me raccolti, mostra infatti un considerevole aumento del potenziale di scarica prodotto dal campo magnetico.

Pressione dell' aria	Pot. di scarica senza campo mag.°	Pot. di scarica con campo mag.°
3, 2 mm	1080 volta	1390 volta
1	650 „	1060 „
0, 34	480 „	1100 „
0, 16	450 „	1220 „
0, 065	550 „	1950 „
0, 055	1000 „	2110 „
0, 043	1310 „	2700 „
0, 038	1400 „	2950 „

Le curve I e II della Fig. 22, la prima delle quali ha per ordinate i numeri della seconda colonna di questa tabella, e la seconda quelli della terza colonna, mentre entrambe hanno per ascisse le pressioni dell' aria segnate nella prima colonna, mostrano a colpo d' occhio, come il campo magnetico aumenti considerevolmente il potenziale di scarica. Onde non dare alla figura soverchia grandezza non si è tenuto conto nel costruirla del primo numero di ciascuna colonna.

Questa conclusione induce a supporre, che, per lo meno quando il campo magnetico esiste, il fenomeno di scarica nell' aria rarefatta sia intermittente, e non possa quindi considerarsi come una corrente continua. Ciò risulta nettamente confermato dalla seguente esperienza. Il tubo di scarica *AB* (Fig 23) fu disposto verticalmente, insieme al rocchetto *R* produttore del campo magnetico, e a qualche distanza fu collocato il noto apparecchio di Koenig relativo all' analisi del timbro coi risonatori, in modo che l' asse dello specchio a quattro faccie *S*, che volevo utilizzare, fosse verticale. Dopo aver applicato al detto asse una carrucola *C*, mi servìi di questa per collegarlo ad un motorino elettrico, capace di imprimere allo specchio una velocità angolare di circa 10 giri al secondo. Non sarebbe stato prudente imprimere allo specchio una maggior velocità; ma pel mio scopo quella velocità fu sufficiente.

Osservando entro lo specchio girante la scarica, mentre il rocchetto *R* è in azione, e cioè mentre si veggono entro il tubo sia la colonna luminosa azzurro-violetta *BE* (Fig. 11), che si è considerata come costituita dai raggi magnetici, sia la colonna di luce rossa *EF*, della cui natura non ci siamo ancora occupati, si riconosce subito, che l'intero fenomeno è regolarmente intermittente, ed anzi che il periodo del medesimo cresce al crescere del campo magnetico.

L' esperienza seguente conduce alla medesima conclusione. Un telefono il cui rocchetto

è formato con un filo assai sottile e assai bene isolato, è inserito in una delle comunicazioni fra la macchina elettrica e gli elettrodi del tubo. Accostandolo all' orecchio esso fa udire un debole suono, che diventa di più in più grave, allorchè si fa crescere gradatamente l' intensità del campo.

Generalmente si ritiene che la scarica luminosa dei gas sia sempre intermittente,

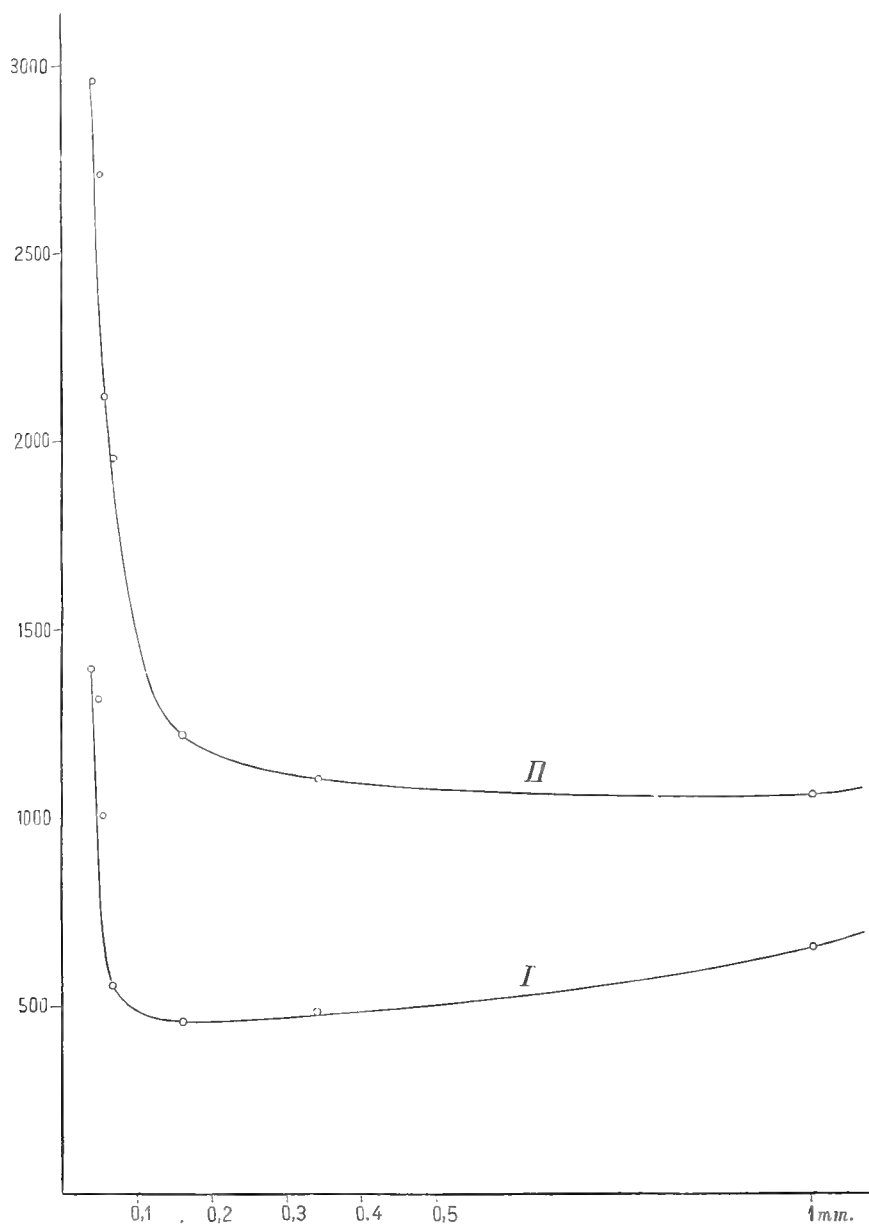
Fig. 22.

anche quando il periodo è tanto breve, che non si riesce a dimostrarne l' esistenza; l' esperienza descritta mostra, che il fenomeno è indubbiamente intermittente nel caso della scarica ottenuta nel campo magnetico colla mia disposizione sperimentale, e inoltre

Fig. 25.

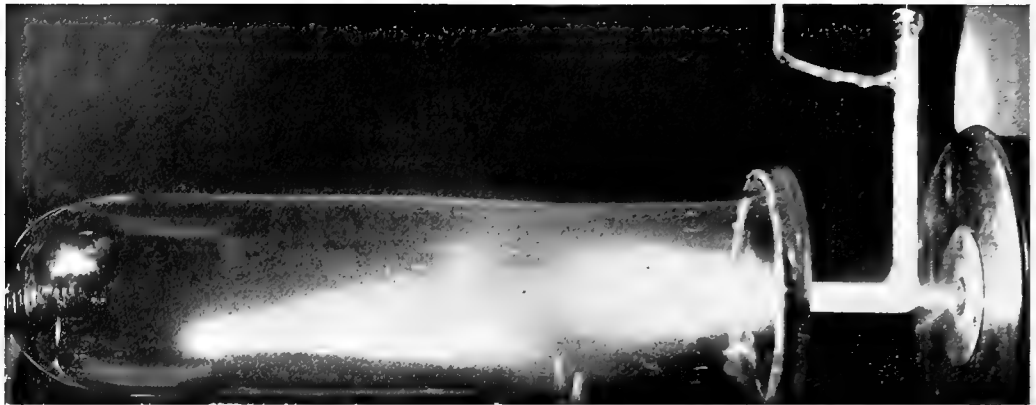



Fig. 26.

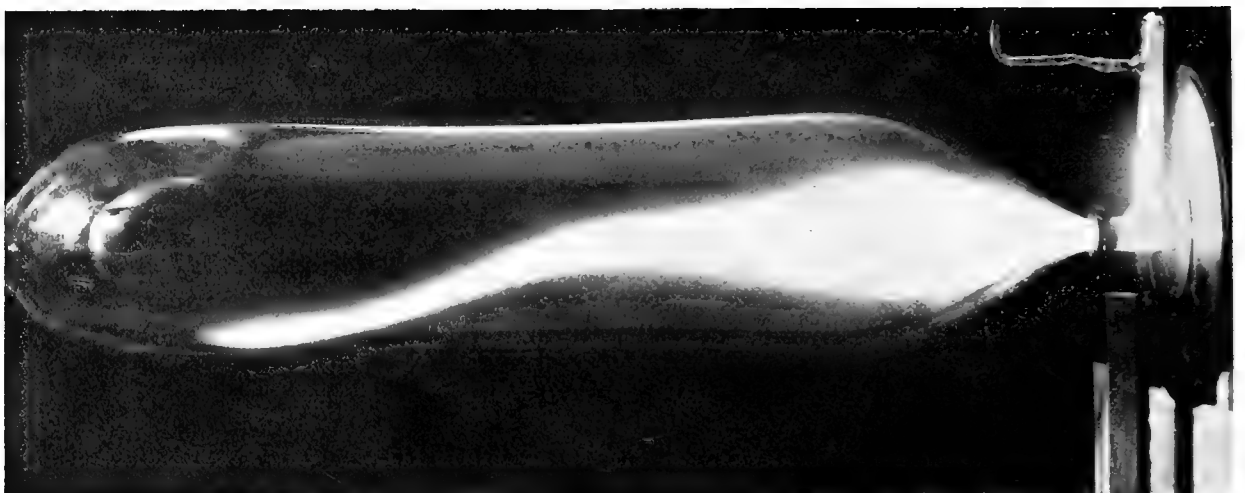



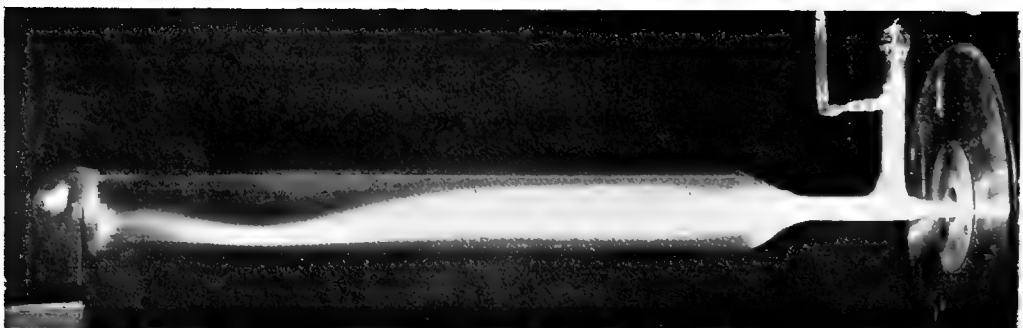
Fig. 27.

che il periodo cresce coll'intensità del campo. Ciò è in relazione col fatto, troppo ovvio perchè occorra giustificarlo ancora con misure, che l'aumento del potenziale di scarica prodotto dal campo magnetico è tanto maggiore, quanto più grande è l'intensità del campo medesimo.

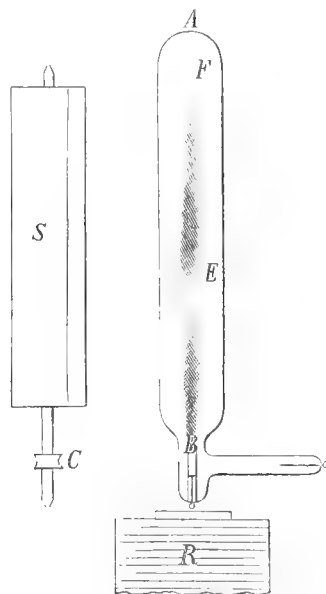
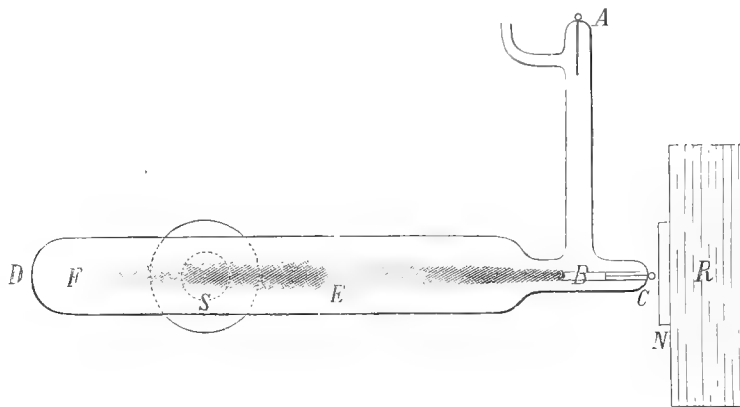
Fig. 23.

Queste cognizioni saranno utilizzate, quando si darà la spiegazione dei fenomeni presentati dai tubi del tipo Fig. 11. Per metterle in chiaro ho però dovuto rimandare le studio della colonna rossa *EF* (Fig. 11), che invade quasi per intero il tubo, anche se ha dimensioni grandissime, quando si crea un campo magnetico di sufficiente intensità Ora è il momento di colmare tale lacuna.

Pel suo aspetto la detta colonna luminosa somiglia alla colonna positiva di un tubo di Geissler; come tale si comporta appunto, se su di essa si fa agire una calamita.

A rigore essa è sempre sotto l'influsso d'un campo magnetico, quello generato dal rocchetto *R* (Fig. 11); ma quand'anche l'intensità di questo campo sia nelle vicinanze del catodo più che sufficiente per dar luogo ai fenomeni qui studiati, essa invece è assai piccola nel luogo occupato dalla luce rossa *EF* e specialmente verso l'estremità *F* di questa. Perciò, se a questa si accosta il polo di una elettrocalamita, si può ammettere, che il campo magnetico, alla cui azione essa rimane esposta, sia semplicemente quello dovuto a questa elettrocalamita. Sia essa collocata con un polo in *S* (Fig. 24), assai presso all'estremità *F* della colonna luminosa *EF*, col suo asse orizzontale e perpendicolare a quello del tubo *BD*, che si suppone orizzontale esso pure. Non appena si eccita il polo *S*, la colonna luminosa *EF* si piega, precisamente come farebbe la luce positiva di un tubo di Geissler, e va a lambire la parete del tubo, o presso la generatrice più alta o presso la più bassa, secondo che il polo *S* è omonimo a quello *N* dell'elettrocalamita *R*, oppure di nome contrario. La fotografia riprodotta nella Fig. 25 mostra questa deformazione della colonna luminosa nell'apparecchio stesso cui si riferiscono le Fig. 13 e 14. Così dicasi per la Fig. 26, in cui è rappresentato il grande apparecchio delle Fig. 15, 16, 19 e 20, come pure per la Fig. 27 relativa al tubo delle Fig. 17 e 18.

Fig. 24.

Il senso in cui la colonna luminosa è spostata mostra, che essa si comporta, come se

fosse la colonna positiva d'un tubo di Geissler avente l'anodo dalla parte di E (Fig. 24) ed il catodo verso D.

Osservando attentamente la colonna luminosa deviata si riconosce però, che spesso essa sembra modificarsi un po' diversamente da quanto si è detto. Ma è facile rendersi conto di simili piccole irregolarità, che si devono a due cause. Una è che il campo magnetico principale non è rigorosamente nullo nel luogo ove si verifica la deformazione della colonna luminosa; ma tale influenza è trascurabile se il tubo è abbastanza lungo, e il polo S non troppo vicino all'estremità E della colonna rossa.

L'altra causa di irregolarità consiste in ciò, che il rocchetto S esercita un'azione elettrostatica. Questa si può compensare collocando di fronte ad esso la mano o altro conduttore non isolato, in modo che il tubo si trovi fra questo e il rocchetto. Ma la miglior cosa è di collocare dalle due parti del tubo due reticelle metalliche piane, verticali e comunicanti col suolo, e a distanze eguali dal tubo, al quale devono essere parallele. Il rocchetto S sta allora al difuori dello spazio compreso fra le due reticelle, le quali sottraggono perfettamente il tubo ad ogni influenza elettrica proveniente dai corpi circostanti.

Se il campo magnetico generato dal rocchetto principale R è abbastanza intenso, perchè la colonna di luce rossa EF sia assai lunga, si potrà spostare il rocchetto S verso destra, e farlo agire così, non più sulla sua estremità più lontana dal catodo, ma su una porzione della colonna stessa di più in più lontana da F, senza con ciò giungere a portare il rocchetto S in una regione, in cui il campo di R abbia una intensità notevole. Così facendo si osservano i fenomeni seguenti. Dapprima lo spostamento (che supporremo verso il basso) della colonna EF diviene meno appariscente, poi ad esso si sovrappone uno spostamento verso l'alto, di guisa che per una certa posizione del rocchetto S la colonna rossa si mostra sdoppiata; infine la colonna, per un ulteriore spostamento di S verso destra, si piega soltanto all'insù, come vedesi nelle fotografie riprodotte nelle Fig. 28 e 29, la prima delle quali mostra lo stesso tubo che si vede nelle Fig. 15, 16, 19, 20 e 26, e la seconda quello delle Fig 17, 18 e 27.

Risulta da ciò, che la colonna di luce rossa si comporta, sotto l'azione della elettro-calamita accostata lateralmente, non come la colonna positiva d'un semplice tubo di Geissler, ma in certo modo come se entro il tubo esistesse un invisibile anodo in una certa regione compresa fra E ed F e due catodi, uno dalla parte di D e uno dalla parte di C, cioè dalla parte del catodo effettivamente esistente. La figura schematica 30 serve a dare idea di un simile stato di cose. I segni $+$ nella regione P stanno a rappresentare un accumulo di elettricità positiva, e le freccie mostrano le due opposte direzioni della corrente (rivelate dalle opposte deviazioni della colonna rossa) dirette verso le regioni ove si hanno cariche negative.

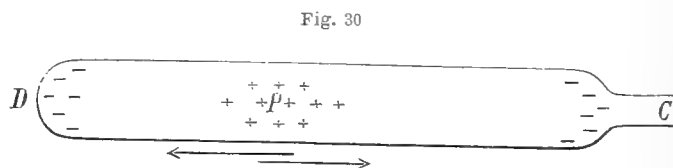



Fig. 30

Il modo nel quale i fenomeni si modificano facendo variare la pressione dell'aria o l'intensità del campo magnetico principale, fornisce altri dati assai importanti. Ecco, in

Fig. 28.

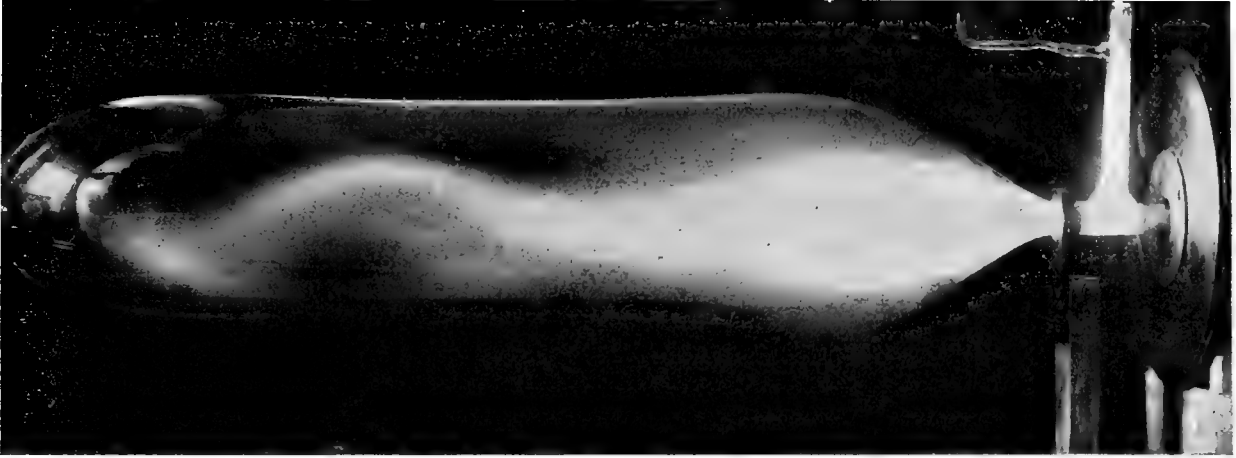



Fig. 29.

breve, quanto accade. Se si diminuisce la pressione dell' aria nel tubo, gli effetti dovuti all' elettro-calamita laterale variano in modo da rendere palese che la regione *P*, ove sembra esistere un accumulo d' elettricità positiva, si sposta verso *D*. Se senza variare la pressione si aumenta il campo magnetico, si ottiene ancora il medesimo effetto. Perciò si può dire, che la regione del tubo, nella quale si manifesta la presenza d' un anodo virtuale, è tanto più lontana dall' estremità del tubo in cui esiste il catodo, quanto più bassa è la pressione dell' aria e quanto più intenso è il campo magnetico.

Tutto ciò mi sembra dare una grande apparenza di verità alla supposizione, che la regione in cui sembra accumularsi carica positiva altro non sia che quella, nella quale pervengono, in virtù della velocità da essi posseduta, i ioni positivi provenienti dalla distruzione delle coppie elettrone-ione positivo costituenti i raggi magnetici, i quali appunto cessano d' esistere allorchè arrivano in una regione *E* (Fig. 24), nella quale il campo magnetico dovuto al rocchetto *R* non ha più un' intensità sufficiente per impedirne il rapido sfacelo. Ciò è in completo accordo coi fatti osservati, giacchè infatti è ben naturale che quei ioni positivi pervengano in una regione tanto più lontana da *E* quanto più l' aria è rarefatta, in causa della minore frequenza dei loro urti contro le molecole dell' aria; come pure è ben naturale che giungano tanto più lontano quanto più il campo è intenso, a motivo della maggior velocità traslatoria che il campo stesso imprime alle coppie giranti, nonchè in causa della circostanza, che la regione, ove il campo possiede la minima intensità sufficiente alla stabilità delle coppie giranti, si allontana essa pure dal catodo.

La supposizione della presenza di ioni positivi in una certa regione del tubo è il punto di partenza d' una spiegazione dei fenomeni osservati, accettando la quale si avrà come dimostrata l' ipotesi delle coppie giranti costituenti i raggi magnetici. Prima che io esponga questa spiegazione è però necessario rendersi conto del modo, nel quale avviene la scarica entro tubi della forma descritta, quando nessun campo magnetico agisce su di essi.

Come si è detto più sopra, i due strati di luce negativa presso il catodo sono regioni di ionizzazione, prodotte o dagli elettroni respinti dal catodo o dai ioni positivi dal medesimo attratti, mentre la luce positiva si considera dovuta alla ionizzazione operata dagli elettroni negativi, nati nel secondo strato di luce negativa o provenienti dal catodo e dal primo strato, i quali, dopo aver attraversato lo spazio oscuro, hanno acquistato per opera della forza elettrica la necessaria velocità. Questa, che è la teoria ordinariamente ammessa oggi, vale per un tubo come quello della Fig. 8, nel quale cioè l' anodo sta di fronte al catodo; ma per tubi d' altre forme, e in particolare pei tubi adoperati nelle ultime esperienze descritte, i quali hanno l' anodo *A* (Fig. 24) in un ramo laterale o anche un po' al di dietro del catodo, occorre completarla. Infatti gli elettroni, dopo aver attraversato i due strati negativi tendono, in causa della loro grande velocità, a muoversi entro lo spazio *BD*, anzichè deviare e retrocedere verso l' anodo, per andare a generare la colonna positiva.

Ma la variante da introdursi nella spiegazione consueta è di piccolo momento. Mi sembra infatti naturalissimo ritenere, che dapprincipio gli elettroni si muovono appunto verso il tubo *BD*; ma ben tosto il gas in esso contenuto e le pareti del medesimo diverranno saturi di elettroni, il campo elettrico resterà modificato come lo sarebbe, se il catodo

realmente esistente si estendesse tutt' intorno salvo che dalla parte del tubo laterale, e perciò gli elettroni saranno spinti entro di questo e verso l'anodo. Dato poi che le pareti del tubo *BD* assumano esternamente dai corpi circostanti una carica positiva, nuovi elettroni negativi seguiteranno ad essere sottratti alla scarica principale, e si avvieranno nel tubo *BD*.

Le cose si modificano, qualora la scarica sia resa palesemente discontinua, per esempio lasciando una piccola interruzione lungo uno dei fili di comunicazione fra il tubo e la macchna elettrica. Infatti negli intervalli in cui non passa la scarica nel tubo l'elettricità negativa accumulatasi nel tubo *BD* in parte si scaricherà per via degli elettrodi, ragione per cui, non solo lo spazio *BD*, che senza la detta interruzione rimanèva sensibilmente privo di luce, s'illumina più o meno intensamente, ma questa luce si sdoppia accostando al tubo la calamita laterale, dividendosi in due rami uno deviato verso l'alto e l'altro verso il basso, ciò che rivela appunto l'esistenza di una doppia corrente nei due sensi entro il tubo.

Come si vede, l'effetto che si ottiene da una piccola interruzione sui conduttori di comunicazione ha qualche rassomiglianza con quelli descritti poc' anzi e prodotti dal campo magnetico, e ciò spiega la ragione per cui si deve evitare nelle relative esperienze ogni minima scintilla nel circuito di scarica.

Veniamo infine a ciò che a me sembra la più spontanea spiegazione dei fenomeni studiati in questo capitolo, e cioè cerchiamo di render conto del modo in cui il procedere della scarica entro il tubo resta modificato, quando esiste il campo magnetico.

Parte degli elettroni partiti dal catodo si uniranno a ioni positivi, e così si formeranno le piccole stelle doppie respinte dal polo magnetico attiguo al catodo. Gli elettroni ed i ioni positivi, che entrano a formarle, sono necessariamente sottratti dal loro compito descritto più sopra, di ionizzare il gas e mantenere così il passaggio della corrente. Ne consegue una diminuzione della quantità di elettricità trasmessa nel tubo, e quindi un aumento della differenza di potenziale agli elettrodi. Però questo stato di cose non può essere stabile, inquantochè l'intensità del campo elettrico cresce, e, come si spiegò nel capitolo primo, questo esercita un'azione contraria alla durata delle coppie giranti. Perciò ad un dato momento la scarica avrà luogo liberamente, dopo di che si avrà un intervallo di sospensione necessario perchè gli elettrodi ricuperino la differenza di potenziale necessaria all'inizio dei fenomeni. Con ciò resta spiegato l'aumento del potenziale di scarica prodotto dal campo magnetico, e l'intermittenza del fenomeno luminoso, con periodo tanto più lungo quanto maggiore è la forza magnetica.

Durante la fase in cui si formano i raggi magnetici, questi, come si sa, non possono prolungarsi che sin dove il campo diviene troppo debole per assicurare una sufficiente stabilità alle coppie giranti. Queste dunque si rompono, ed i ioni positivi che ne risultano seguitano a muoversi, sinchè le collisioni colle molecole del gas finiscono per arrestarli. Non importa stabilire ciò che accade degli elettroni provenienti dallo sfasciarsi delle coppie giranti; non occorre cioè sapere se essi pervengano o no più lontano che non i ioni positivi. Ciò non interessa, perchè, per quanto si è detto, degli elettroni negativi si trovano certamente ovunque entro il tubo e quindi anche dalle due parti dell'anodo virtuale costi-

tuito dall' accumularsi dei ioni positivi. Nella fase di sospensione della scarica principale quelle cariche opposte si neutralizzano generando la colonna luminosa rossa, sdoppiata o deviata in un senso o nell' altro, quando ad essa si accosta un polo magnetico.

Da questa spiegazione consegue, che la colonna rossa nelle esperienze descritte costituisce un fenomeno, che si alterna cogli altri fenomeni visibili nel tubo di scarica, od almeno che dura alcun poco dopo la loro scomparsa. Disgraziatamente non ho potuto assicurarmene in modo soddisfacente mediante l' osservazione nello specchio girante (Fig. 23), sia per l' insufficiente velocità angolare di questo, sia per la scarsa intensità luminosa nel tubo di scarica.

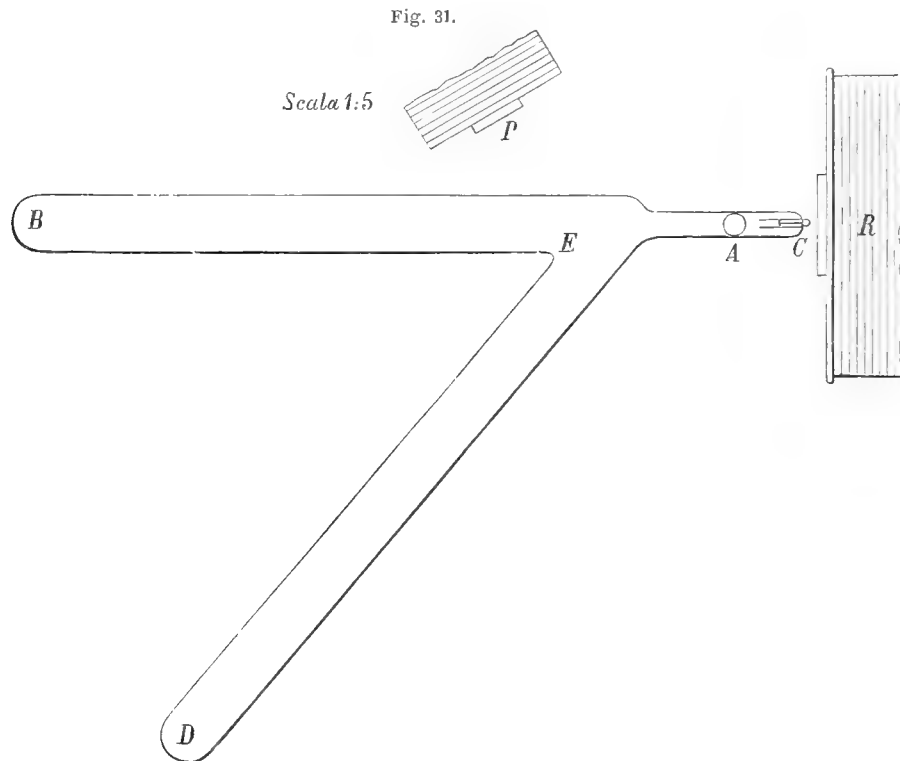
Questo modo di spiegare i fenomeni presentati dai miei tubi potrà forse essere modificato in avvenire, ma un fatto, che difficilmente si potrebbe spiegare, da chi volesse considerare i raggi magnetici come raggi catodici, mi sembra ad ogni modo dimostrato dalle descritte esperienze, quello cioè dell'accumularsi di ioni positivi ad una certa distanza dal catodo.

Che realmente il campo elettrico presso l' elettrodo influisca sul regime di scarica e sulla produzione dei raggi magnetici, si può desumere dalla seguente osservazione, che ho avuto campo di fare un gran numero di volte. Abbia il campo magnetico generato dal rocchetto *R* (Fig. 11 e 24) una intensità che superi di poco quella minima per la quale compaiono i raggi magnetici, e si tocchi col dito la parete esterna del tubo di scarica. Se il punto toccato è assai vicino al catodo ed opportunamente scelto, subito l' aspetto della scarica muta, ed esso diviene quel medesimo che si presentava prima di far agire il campo magnetico, o in certi casi quello che presenta sotto l' azione di un campo alquanto meno intenso di quello che realmente esiste. Il nuovo aspetto della scarica certe volte permane qualche tempo dopo aver allontanato il dito dal tubo. Evidentemente si tratta dell' effetto prodotto dal modificarsi del campo elettrico presso il catodo e verosimilmente dal divenire esso più intenso, tanto da ostacolare la formazione o la stabilità delle coppie giranti elettrone-ione positivo. Ciò in linea generale, in quanto che l' effetto che si osserva toccando il vetro in vari punti tutti egualmente vicini al catodo è spesso differente, cosicchè il chiarire questi fenomeni richiederà uno studio speciale.

Un fatto già accennato di volo potrebbe sembrare difficile ad accordarsi colle spiegazioni date dianzi, quello cioè del rimanere visibile, quantunque spesso impallidita, la colonna di luce rossa entro il tubo, quando i raggi magnetici vengono fortemente deviati sin contro la parete mediante un polo magnetico, come mostrano le Fig. 19 e 20. Sembrerebbe infatti che, ove i raggi magnetici urtano la parete, essi dovessero distruggersi, e che i ioni positivi e gli elettroni rimasti liberi dovessero essere proiettati in ogni direzione, e quindi non dar più origine alla colonna di luce rossa. Ma si vedrà più oltre, che i ioni positivi e gli elettroni, resi liberi dall' incontro dei raggi magnetici con un corpo solido, si accoppiano nuovamente, almeno in parte, quando si trovano in un campo magnetico di intensità sufficiente. I nuovi raggi magnetici così costituiti coi residui di quelli distrutti, e che sono in alcuni casi perfettamente visibili, andranno a distruggersi più oltre entro il tubo, e a dar luogo così alla formazione della colonna rossa. Si comprende dunque come questa resti visibile nelle esperienze delle Fig. 19 e 20.

Se i raggi magnetici deviati, invece d'incontrare la parete del tubo, passassero in una diramazione di questo, la colonna rossa dovrebbe formarsi non più nel tubo principale ma nella diramazione. Ciò ho potuto verificare col tubo rappresentato in proiezione orizzontale ed alla scala di 1 : 5 dalla Fig. 31. Esso consta della solita parte in forma di *T* contenente i due elettrodi *A* e *C*, e di due tubi cilindrici *EB*, *ED*, il primo dei quali coassiale col catodo e col rocchetto *R* e l'altro obbliquo. Quando esiste il campo magnetico, e questo non è troppo intenso, il tubo *ED* resta oscuro, ed il tubo *EB* presenta l'aspetto consueto. Se il campo è assai intenso può accadere, che entrambi i tubi *EB*, *ED*, mostrino le solite luminosità, e cioè che il fascio di raggi magnetici si prolunghi con una lunga colonna di luce rossa tanto nell'uno come nell'altro tubo. Aggiungendo però un secondo rocchetto, il cui polo *P* sia omonimo a quello di *R*, spostandolo a tentativi, e regolando a dovere l'intensità delle correnti nei due rocchetti, si arriva facilmente ad ottenere il risultato desiderato, e cioè, vedere la colonna rossa soltanto nel tubo *EB*, quando solo il rocchetto *R* è in azione, e soltanto nel tubo *ED*, quando si eccita anche il rocchetto *P*. In questo caso i raggi magnetici s'incurvano verso *D*, e certamente basterebbe ostruire con una lastra solida l'imbocco di questo tubo, per far sì che la colonna rossa rimanesse nel tubo *EB*, ad onta della deformazione subìta dai raggi magnetici, in virtù della quale sono costretti ad infrangersi contro la suddetta lastra.

Si è detto che nel tubo biforcato della Fig. 31 può aversi la colonna rossa simulta-

Fig. 31.

neamente nei due rami. Ho verificato che ciò può accadere anche con tubi d'altre forme, per esempio con quello della Fig. 32. La parte *AC* ha la solita forma a *T* e contiene gli

elettrodi; il grande tubo ha esso pure una forma a T come indica la figura. Si riesce facilmente ad ottenere, che la colonna di luce rossa si suddivida nei due rami EB, ED e a constatare, che anche nel ramo ED essa si comporta nel solito modo sotto l' influsso di una calamita avvicinata lateralmente.

Fig. 32.

Tornando ora all' esperienza principale fra quelle descritte nel presente Capitolo, e cioè a quella con cui si dimostra, che la colonna di luce rossa ha per causa lo scaricarsi nei due sensi entro il tubo di una certa carica positiva recata dai ioni provenienti dalla distruzione dei raggi magnetici, è chiaro che, invece di osservare la deformazione di essa spostando lungo il tubo la piccola elettro-calamita laterale, si può lasciare questa immobile, e far sì che i ioni si accumulino a distanze successivamente diverse dal catodo, facendo lentamente variare o la pressione del gas o l' intensità del campo magnetico. Orbene, procedendo in quest' ultima maniera, che è la più comoda, in quanto che non si ha che a manovrare il reostata incluso nel circuito dell' elettro-calamita principale, ho osservato qualche fatto nuovo interessante.

Il tubo adoperato, avente la solita forma, era lungo complessivamente $1^m,25$ da una estremità C (Fig. 33) all' altra A, e nella maggior parte AB della sua lunghezza aveva il

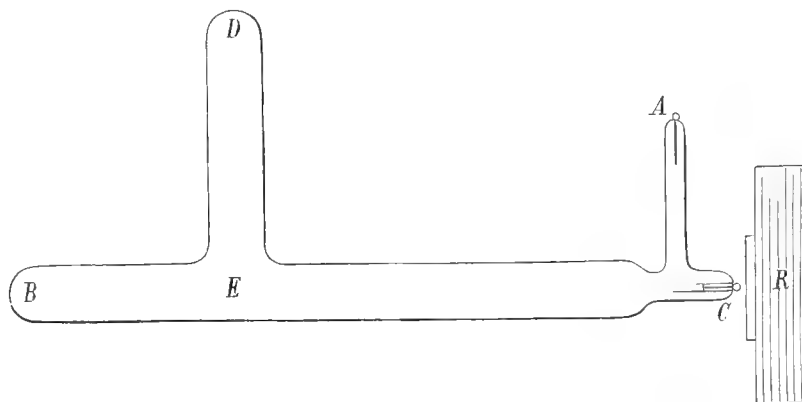
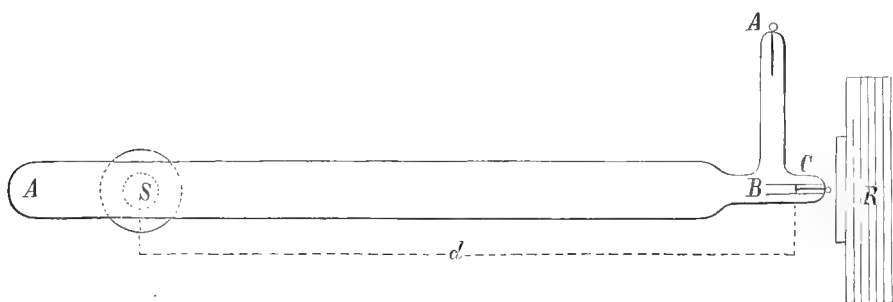



Fig. 33.

diametro di 4, 5 centimetri. La pressione dell' aria interna, stante la sua grande lunghezza, fu ridotta a essere soltanto 0, 15 mm. La colonna luminosa entro il tubo, piuttosto che veramente rossa, era quindi d' un color rosa pallido. Collocato dapprima il piccolo rocchetto S, destinato a deformare la colonna rosea, alla distanza $d = 50$ cent. dal catodo, e mandata nel rocchetto R una debole corrente, che poi si fece gradatamente crescere di intensità, osservai che, con campo di 410 unità, si aveva una deviazione della colonna

rosea indicante che questa di fronte ad S costituiva una corrente diretta da destra a sinistra; che con campo di 420 unità la colonna mostravasi sdoppiata di fronte al polo S; e che finalmente con campo di circa 430 unità essa era deviata in senso opposto che nel primo caso, e cioè si comportava come una corrente diretta da sinistra a destra. Se ne ricava che col campo di 420 unità il luogo in cui arrivano i ioni positivi era precisamente di fronte ad S. Tenni nota della distanza $d = 50$ c. e dell' intensità del campo 420, che è quello pel quale i ioni positivi arrivano alla distanza d dal catodo. Queste due cifre sono registrate nella prima linea della tabella seguente. Le linee successive nelle due prime colonne della tabella medesima danno altre coppie di valori, ottenute naturalmente col ripetere l'esperienza dopo aver spostato il polo S.

d	Campo magnetico	Campo magnetico
50 cent.	420	1690
70 „	520	1520
80 „	580	1450
90 „	815	1420
100 „	870	1400

Ma per ognuna di quelle posizioni date al rocchetto S l'esperienza era continuat ancora, osservando ciò che accadeva seguitando a far crescere il campo magnetico. Osservai allora questo fenomeno, e cioè che per un certo valore del campo magnetico la colonna rosea veniva deformata nuovamente nel medesimo senso come con debole campo, e si aveva così di nuovo l' indicazione di una corrente da destra a sinistra. I numeri della terza colonna della precedente tabella danno appunto l'intensità del campo nel momento in cui si manifesta questo fenomeno, il quale indica che i ioni positivi si trovano di nuovo fra S ed il catodo. Considerando per maggior chiarezza i numeri d'una stessa linea orizzontale, per esempio la terza, potremo dire, che mentre con campo di 580 unità i ioni positivi giungono alla distanze di 80 centimetri dal catodo, e crescendo il campo a distanze di più in più grandi sino a raggiungere l'estremità A del tubo (ciò che si constata se si sposta l'elettro-calamita S), continuando a far crescere l'intensità del campo essi compaiono nuovamente a distanze minori dal catodo, ed anzi colla intensità di 1450 unità essi si mostrano nuovamente alla destra di S, cioè a distanza minore di 80 centimetri. Ciò si può esprimere dicendo, che quando i ioni positivi, non solo possono raggiungere il fondo del tubo, ma tenderebbero a portarsi anche più oltre, per una specie di riflessione essi retrocedono e si arrestano in una regione, situata tanto più verso il catodo quanto più intenso è il campo. Naturalmente quanto maggiore è d e tanto più piccola deve essere la differenza fra i due valori del campo magnetico, giacchè minore è la distanza del polo S dall'estremità A del tubo.

L'interpretazione di questi fatti, evidentemente favorevoli alla mia ipotesi, può essere meno semplice di quanto può apparire dalle frasi precedenti. È infatti poco verosimile una

vera riflessione o rimbalzo dei ioni, o almeno, se avviene, essa deve essere accompagnata da altri fenomeni da non trascurarsi. Qualche luce si trarrà in proposito da esperienze descritte più avanti (Cap. VII), quelle cioè relative ai fenomeni che si producono appunto in causa della presenza di una lamina solida di fronte al catodo.

Cap. VI — **Produzione di raggi magnetici lungi dal catodo, o dietro di esso.**

Nel rendere conto delle esperienze descritte in questo come pure nel seguente ed ultimo Capitolo, mi atterrò all'ipotesi delle coppie neutre giranti elettrone-ione positivo, anche quando si tratterà di fatti, che potrebbero agevolmente spiegarsi colla considerazione dei raggi catodici avvolti a spira intorno a linee di forza. Ciò che m'induce a questo metodo di esposizione è la persuasione di meglio raggiungere con esso brevità e chiarezza, e non già la pretesa di avere già dimostrato in modo irrefutabile nei precedenti capitoli la realtà della nuova costituzione da me ideata pei raggi magnetici. Ad ogni modo però l'interpretazione dei nuovi fatti colla nuova teoria apparirà così spontanea ed evidente, da ricavarne, se non vere prove, almeno delle forti presunzioni in favore della ipotesi da me sostenuta.

Ho ottenuto raggi magnetici aventi origine lungi dal catodo del tubo di scarica in quattro casi principali. Allorchè i raggi magnetici formatisi presso il catodo si rompono pel loro urto contro una parete, si ottiene in certe circostanze la formazione di nuovi raggi magnetici aventi origine dalla parete suddetta. Il fatto venne osservato già, come si disse, da Hittorf, e di esso, ed insieme di altri fenomeni prodotti nelle medesime circostanze, mi occuperò nel capitolo seguente.

In secondo luogo ho constatato che si producono raggi magnetici toccando col dito, oppure con un conduttore comunicante col suolo, la parete di un tubo di scarica posto nel campo magnetico. In questo caso, a rigore, è la parete che funziona da catodo. In terzo luogo ho ottenuto raggi magnetici aventi origine da un corpo solido, colpito da raggi catodici. Infine, anche senza che quest'ultimo fatto si verificasse, ho osservato la produzione di raggi magnetici in regioni lontane da qualsiasi elettrodo.

A queste tre ultime specie di fenomeni si riferisce la maggior parte delle esperienze descritte nel presente Capitolo. Comincerò con quelle in cui è la parete del tubo di scarica che, toccata esternamente da un conduttore non isolato, funziona da catodo.

È noto da tempo (*) che, toccando col dito la parete di un tubo di scarica, la faccia interna della medesima nel luogo toccato funziona come catodo, in quanto che partono da essa dei raggi catodici *secondari*. A seconda della pressione del gas i raggi catodici così generati, o sono visibili come un fascio di luce azzurro-violetta, che parte dalla parete e si estende sino ad una certa distanza, oppure non sono visibili e soltanto fanno sorgere sulla parete di fronte una macchia di luce di fluorescenza. È il primo di questi due casi che si

(*) Goldstein — Wied. Ann. t. 73 p. 468 (1876).

verifica generalmente nei miei tubi, stante la moderata rarefazione dell' aria in essi contenuta. Se durante l'esperimento il tubo è esposto all'azione d'un campo magnetico di sufficiente intensità, quel fascio di raggi catodici si trasforma in un fascio di raggi magnetici assumendo la forma di tubo di forza magnetica.

Non è poi sempre indispensabile toccare il vetro. Può bastare la vicinanza di un conduttore non isolato, perchè, dai punti della parete più vicini al detto conduttore, sorgano raggi catodici, che poi il campo trasforma in raggi magnetici.

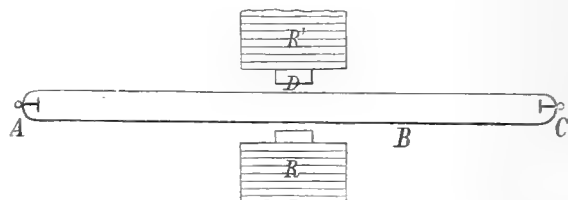
Ho osservato questo fenomeno in occasione delle esperienze cui si riferisce la Fig. 24. Bastava infatti toccare il tubo a poca distanza dal polo *S* destinato ad inflettere la colonna di luce *EF*. In questa esperienza oltre al campo magnetico prodotto dal rocchetto *S* esiste necessariamente anche quello prodotto dal rocchetto *R*, giacchè, come sappiamo, senza di questo il tubo *BD* resterebbe oscuro. Ma si ottengono i raggi magnetici toccando il vetro di fronte al polo *S*, anche senza che agisca il polo *R*, qualora si forniscano i necessari ioni positivi ed elettroni in altra maniera, per esempio inserendo un piccolo intervallo a scintilla fra la macchina elettrica ed uno degli elettrodi del tubo. Come fu detto, il tubo *BD* si illumina anche in questo caso. In mezzo alla luminosità generale spiccano i raggi catodici secondari partenti dalla parete toccata, e questi si trasformano in raggi magnetici disposti lungo le linee di forza allorchè si eccita il polo *S*.

Del resto, simili raggi magnetici possono ottenersi da qualsiasi tubo di scarica, per esempio con uno degli usuali tubi di Geissler *AC* (Fig. 34) avente gli elettrodi alle due estremità. Basta perciò adagiarlo sul polo di una elettrocalamita *R*.

Fig. 34.

Se questo polo si trova di fronte alla colonna positiva *AB*, i raggi che si producono toccando il tubo per esempio in *D*, o avvicinando semplicemente sino a piccolissima distanza un conduttore non isolato, si distinguono nettamente pel loro colore dalla colonna stessa, la quale naturalmente è ridotta, ove il campo è più intenso, ad una sottile striscia aderente al vetro. Ciò vale per un tubo contenente aria a moderata rarefazione, mentre che per un tubo contenente per esempio idrogeno, o nel quale la rarefazione sia assai spinta, quella differenza di colore si attenua fortemente o anche più non esiste.

Se si aggiunge un secondo rocchetto *R'* di fronte al primo, percorso dalla corrente magnetizzante in tal senso da rinforzare il campo magnetico da questo prodotto, l'effetto naturalmente è più cospicuo.

Questa luce, che viene a riempire il tubo nella parte di esso che è attigua ai poli dei due rocchetti, richiama alla mente un'interessante esperienza del Pellat (*). Per tale esperienza la disposizione adottata è sostanzialmente quella della Fig. 34, salvo che il tubo

(*) Comp. Rend. 5 mai 1902, p. 1046.

AC, assai lungo, contiene preferibilmente idrogeno. Se si fa crescere il campo magnetico a partire da zero, la colonna positiva fra i poli dapprima si restringe di più in più, poi si allarga di nuovo sino a riempire la sezione tutta del tubo, quando il campo ha una forte intensità.

La parete del tubo di scarica funziona come catodo secondario anche quando è colpita dai raggi catodici provenienti dal catodo. E se tale parete è esposta all'azione del campo magnetico, i raggi catodici secondari, che partono da essa, possono trasformarsi in raggi magnetici Questo caso è analogo a quello dell'esperienza di Hittorf, e ne differisce solo in ciò che è da un solido colpito dai raggi catodici che partono i nuovi raggi, anzichè dalle molecole del gas.

Un'esperienza che illustra questa maniera di produzione dei raggi magnetici è la seguente. Un tubo avente la forma della lettera *T*, e che in realtà è quello stesso che sarà descritto più oltre e rappresentato dalla Fig. 42, ha un catodo della forma indicata dalla Fig. 5. La Fig. 35 rappresenta la parte essenziale del tubo, visto nella direzione dell'asse del rocchetto. Il cerchio *RR* è il contorno del nucleo del rocchetto, *AB* la sezione di quel ramo del tubo che è coassiale coll'elettrocalamita, *C* il catodo disposto in modo, che il sottile fascio catodico *ca* sia verticale, quando non esiste il campo magnetico, *DE* un tratto del ramo laterale del tubo alla cui estremità è sostenuto il catodo girevole. Eccitando il rocchetto, il fascio catodico assume la forma semicircolare *cb* e va a colpire in *b* il cannello di vetro che avvolge il catodo In pari tempo appare un fascio debolmente luminoso diretto secondo le linee di forma magnetica, ed avente quindi la forma di una specie di doccia cilindrica, la cui sezione trasversale coincide con *cb*, e le cui generatrici sono perpendicolari al piano della figura. Questo fascio non è altro che quello formato dai raggi magnetici partenti, come nell'analoga esperienza di Hittorf, da ogni punto del fascio catodico *ab*. Ma in corrispondenza della porzione di vetro *b* la luminosità del fascio è assai maggiore che nel resto. Quivi si ha appunto il fascio di raggi magnetici, che partono dal vetro ove è colpito dai raggi catodici. Quest'ultimo fascio, che come quello partente da ogni punto di *cb* si propaga tanto verso l'osservatore che guarda la figura 35, quanto verso il rocchetto. eccita la fluorescenza verde del vetro, ove lo colpisce dirigendosi verso il polo.

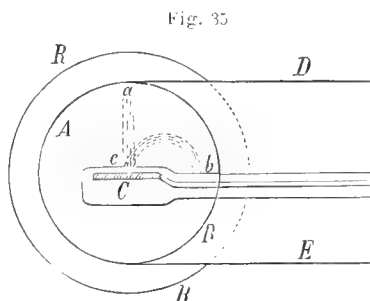



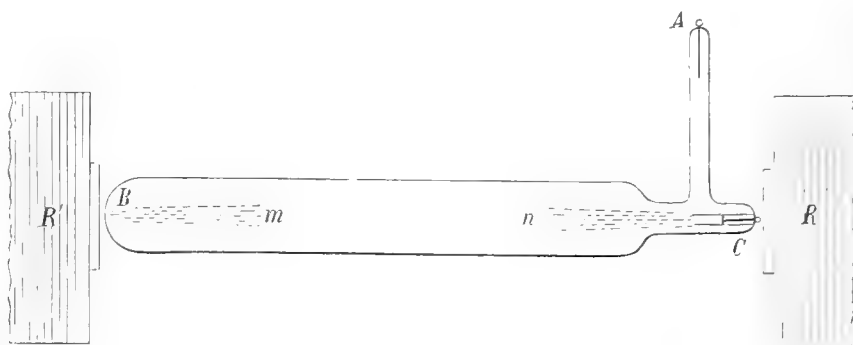
Fig. 35

Vedremo fra poco qualche altro esempio di raggi magnetici, aventi origine ove il vetro per una ragione qualunque funziona da catodo, e accompagnanti dei raggi magnetici aventi diversa origine.

Nelle esperienze seguenti si ottiene invece la produzione di raggi magnetici, senza che presso il luogo ove prendono origine si trovi nè il catodo vero, nè catodi virtuali costituiti da porzione della parete del tubo.

Un tubo *ABC* (Fig. 36) della solita forma descritta nel Capitolo precedente, avente quindi in *C* un catodo della forma Fig. 6 ed in *A* l'anodo, è posto fra due rocchetti coas-

siali R ed R', alimentati da due distinte sorgenti di corrente. Un terzo rocchetto, più piccolo e mobile a mano, sarà poi accostato al tubo in posizione opportuna: ad esso però potrà sostituirsi qualche volta una semplice sbarra di ferro per maggior comodità. Per esempio, se si vuol accostar al tubo, a poca distanza da uno dei rocchetti, un polo di nome contrario a quello del rocchetto stesso, la sbarra di ferro servirà a tale intento, in virtù della sua magnetizzazione per influenza.

Fig. 36.

Eccitando fortemente il rocchetto R' e non, o solo debolmente, il rocchetto R, mentre naturalmente la corrente della macchina ad influenza attraversa il tubo, si vede formarsi in B un fascio Bm di raggi magnetici leggermente divergenti. Un polo magnetico omonimo a quello di R' li attira, mentre uno di nome contrario li respinge. Essi si comportano dunque come se fossero raggi magnetici formatisi sul catodo C sotto l'influenza di un polo R di nome contrario a quello del polo R'; se non che essi non cominciano in C, ma in un punto m, dal quale poi si dirigono verso B.

I raggi magnetici Bm prendono origine adunque, non presso il catodo, ma in una regione del tubo più o meno lontana da esso, nella quale però il campo magnetico ha una intensità sufficiente per dar stabilità alle coppie giranti. Gli elettroni ed i ioni positivi necessari sono forniti dal catodo e dal gas ambiente. È da credere infatti che, stante la lieve eccitazione del rocchetto R dovuta o ad una debole corrente che lo percorra o alla sola influenza del rocchetto R', dei raggi catodici contorti ad elica si avanzino nel tubo da C verso B.

Se si eccita fortemente anche il rocchetto R, ai raggi magnetici Bm, la cui luce diviene ora più intensa, si aggiungono quelli Cn che partono dal catodo C. Il fenomeno complessivo è poi diverso, secondo che i poli di R ed R' vicini al tubo sono di egual nome o di nome contrario.

Se sono di nome opposto, i due fasci di raggi magnetici ne formano in realtà uno solo, che parte da C e arriva sino a B, quando le due correnti magnetizzanti siano abbastanza intense. L'unico fascio è fusiforme, come appunto è in queste circostanze un tubo di forza, e cioè esso è più raccolto e più luminoso alle estremità, meno vivace e leggermente più largo nel mezzo. Se poi si accosta al tubo un polo magnetico di nome opposto a quello del polo attiguo al catodo, il fascio s'inflette verso il detto polo, press'a poco come se fosse un filo estendibile e flessibile di sostanza magnetica fissato ai suoi estremi Invece, un polo magnetico di egual nome di quello prossimo al catodo respinge il fascio magnetico.

Si comprende tutto ciò, quando si abbia sott'occhio un diagramma, che mostri le linee di forza del campo magnetico dovuto ai tre poli, quello di R, quello di R' e quello avvicinato lateralmente al tubo.

Il caso in cui i due poli di R ed R' siano omonimi presenta un interesse particolare. Il fascio *Cn* di raggi magnetici, che ancora si forma sul catodo, resta sempre distinto dal fascio *Bm*. Infatti il campo magnetico è ora nullo a metà distanza fra i rocchetti (se i loro poli sono di uguale intensità) e di segni opposti presso i medesimi, ed il fascio *Cn* deve cessare d'esistere prima di giungere ove il campo è nullo. I ioni positivi e gli elettroni rimasti liberi giunti in m costituiscono i nuovi raggi magnetici *Bm*, che camminano da destra a sinistra, come i raggi magnetici *Cn*. Evidentemente il senso di girazione degli elettroni intorno ai ioni positivi è opposto nei due fasci.

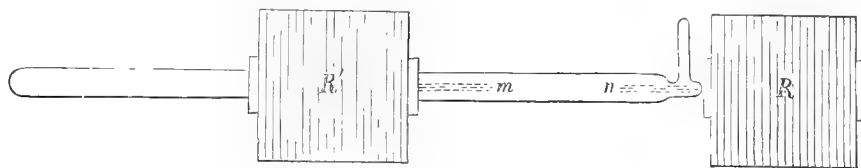
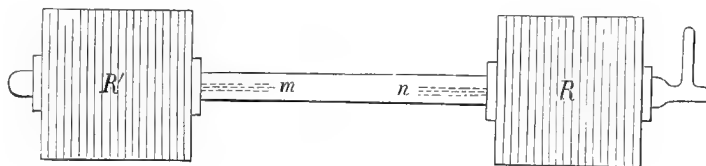
Accostando al tubo un polo magnetico, se questo è di nome contrario a quello dei poli vicini alle due estremità del tubo, esso attira il fascio *Cn* e respinge *mB*. Viceversa per un polo omonimo.

Aumentando la rarefazione dell'aria nel tubo, e segnatamente impiegando un catodo del modello Fig. 4, si riesce a vedere entro i fasci di raggi magnetici un sottile fascio più brillante di raggi catodici piegati ad elica. Infine è da notare che, se avvicinando a *Cn* una sbarra di ferro s'incurva fortemente il fascio stesso sino a che incontri la parete laterale del tubo, o se entro di questo e a poca distanza dal catodo si fa avanzare una laminetta mobile di mica, che arresti il fascio *Cn*, il fascio *mB* diventa pallido o sparisce affatto.

Il tubo adoperato per queste esperienze era lungo quasi 30 cent. ed aveva 4 cent. di diametro; la pressione dell'aria era quella consueta per tubi di tali dimensioni, cioè fra 0,2 e 0,5 millimetri. Ma le stesse esperienze possono farsi con tubi più lunghi, che richiedono una rarefazione un po' maggiore, ed allora si nota qualche nuova particolarità degna di essere menzionata. Ho adoperato assai un tubo lungo circa 1 metro e 30 cent. abbastanza sottile, perchè passasse nel foro dei rocchetti, e così potesse disporsi come mostra la Fig. 37, oppure come si vede nella Fig. 38. La pressione dell'aria entro di esso era di 0,13 mm. Spostando il rocchetto R' si poteva così far variare facilmente la lunghezza della parte compresa fra i rocchetti.

Fig. 37.

Fig. 38

Quando i due rocchetti sono entrambi eccitati, e la loro distanza abbastanza grande

(per esempio 60 o 70 centimetri), vedonsi ancora i due fasci di raggi magnetici n ed m. Se ora si accosta ad m un polo magnetico, il fascio m si divide in due fasci, uno dei quali è attratto e l'altro respinto. Uno di essi è quello che nella Fig. 36 era rappresentato con mB; l'altro è dovuto ai raggi catodici secondari partenti dalla parete del tubo vicina al rocchetto R'. Si fa infatti apparire anche questo secondo fascio nel caso di un tubo disposto come nella Fig. 36, se si tocca col dito la sua estremità.

In tal modo si riconosce che il fascio m è formato di coppie giranti che camminano verso il rocchetto R' (benchè questo tenda a respingerle) in virtù della velocità iniziale degli elettroni e dei ioni, e di coppie giranti che camminano in senso contrario, i cui elettroni provengono dai raggi catodici secondari.

Ho ottenuto infine raggi magnetici aventi la loro origine lungi dal catodo, anche in un'altra maniera e con tubi di forma speciale.

È noto da tempo, che quando la scarica si forma entro un tubo che presenti una strozzatura, o che in qualsiasi altro modo abbia la sua sezione trasversale ridotta piccolissima in un punto qualunque, si formano dalle due parti di essa delle luminosità, simili a quelle che veggonsi sugli elettrodi. E precisamente appaiono i fenomeni luminosi caratteristici dell'anodo a partire dalla strozzatura e andando verso il catodo, e quelli caratteristici del catodo, a partire dalla strozzatura e andando verso l'anodo. Questo fenomeno fu osservato dapprima nel caso delle scariche di condensatori in tubi pieni d'acqua (*), poi in quello delle scariche nei tubi a gas più o meno rarefatto (**); e lo si può descrivere dicendo, che il luogo di ristretta sezione si comporta come se fosse occupato da una massa metallica, e dividesse così l'apparecchio in due tubi distinti messi in serie sullo stesso circuito. Era interessante esaminare, se il campo magnetico trasformasse in raggi magnetici i raggi catodici aventi origine nella parte ristretta o strozzata d'un tubo di scarica. Fra le molte esperienze istituite in proposito descriverò soltanto alcune di quelle realizzate con un tubo munito di tre elettrodi, e rappresentato dalla Fig. 39, alla scala di circa 3:7.

Esso è appoggiato ad un sostegno d'ebanite L, M, e consta di due parti congiunte con chiusura smerigliata. Una di esse $ABCDE$ porta in A un elettrodo in forma di disco, come pure un secondo elettrodo B all'estremità di un ramo laterale; l'altra parte $FGHI$ porta un terzo elettrodo G in un ramo laterale. I due recipienti comunicano fra loro soltanto per mezzo d'un foro D, di circa un millimetro di diametro, praticato all'estremità di $ACDE$. L'apparecchio è posto col suo asse in coicidenza di quelli dei due grandi rocchetti R ed R' destinati a produrre il campo magnetico. Siccome si può far anodo o catodo qualunque dei tre elettrodi, ed è possibile far agire o uno solo dei rocchetti o entrambi, e in questo caso in maniera che i poli affacciati siano eteronomi od omonimi, così sono assai numerose le esperienze, che si possono effettuare coll'apparecchio descritto; però mi limiterò a descrivere le principali, che tutte si accordano nel dimostrare, che dal foro D

(*) A. Righi — 2ª Memoria: Sulle scariche elettriche; Mem. della R. Acc. di Bologna, 1877.

(**) Goldstein — Wod. Ann. t. 11, p. 832, 1880. — A. Righi — Ricerche sperimentali intorno a certe scintille ecc. — Memoria della R. Acc. di Bologna, 1891.

Fig. 39.

Fig. 40.

partono dei raggi magnetici, quando agisce il campo magnetico. La pressione dell'aria nelle esperienze che passo a descrivere era generalmente, salvo contraria indicazione, di 0,12 mm.

a) Si prenda *G* come catodo e *B* come anodo. In assenza del campo magnetico il tubo presenta l'aspetto seguente. Di fronte al catodo *G* si formano i due strati di luce negativa separati dallo spazio oscuro di Crookes, poi una colonna stratificata di luce positiva nell'intervallo fra i tubi sino verso *H*. Un'altra colonna stratificata parte da *B* e si avanza sino verso *D*; ed infine dal foro *D* partono due fiocchetti divergenti di luce, l'uno verso *H* l'altro in senso contrario, quest'ultimo avente i caratteri di fascio catodico. Eccitando i rocchetti in modo che i poli affacciati siano di nome opposto, e quindi in guisa che il campo magnetico abbia lo stesso senso lungo tutto il tubo, essendo soltanto un poco meno intenso nel mezzo che alle estremità, il fiocchetto catodico diviene assai meno divergente e assai lungo, e inoltre presenta i caratteri d'un fascio di raggi magnetici. Per esempio esso è attratto da un polo magnetico di nome contrario a quello del polo vicino ad *H*.

b) Ridotta la pressione dell'aria nell'apparecchio a 0,06 mm. ho osservato le seguenti modificazioni. Prima dell'azione del campo il fiocchetto catodico partente da *D* e diretto verso sinistra ha l'aspetto d'un lungo filetto luminoso a contorni netti, che bene si presta a dimostrare la deviabilità dei raggi catodici per opera di un campo magnetico o d'un campo elettrico, non meno del simile filetto luminoso, che si ottiene noi noti tubi di Wehnelt. Eccitando come precedentemente il campo magnetico il detto filetto luminoso si allunga sino al disco *A*, e presenta il comportamento di fascio di raggi magnetici. Esso è più luminoso e sottile agli estremi che nel mezzo, ove il campo magnetico ha una intensità un po' minore.

Colla pressione così ridotta ho osservato un nuovo e largo fascio di raggi magnetici che parte dal disco isolato *A* divergendo leggermente, come le linee di forza magnetica, ed assai meno luminoso del fascio principale. La fotografia riprodotta nella Fig. 40 lascia distinguere i due fasci magnetici in mezzo alla luminosità positiva esistente nell'apparecchio. Poichè in questa fotografia non appaiono abbastanza distinti i contorni del tubo di scarica, il Lettore farà bene a confrontarla colla Fig. 39, disegnata press'a poco alla stessa scala; e così potrà in particolare verificare, che le due striscie luminose verticali con cui termina a destra la Fig. 40, altro non sono che riflessi luminosi prodotti dalla faccia polare del rocchetto *R* (Fig. 39).

Accostando una sbarra di ferro al tubo in prossimità di *R'*, tanto il fascio partente da *D* quanto l'altro più diffuso, che sembra divergere dal disco *A*, sono respinti, od almeno quest'ultimo si restringe, e sembra partire solo dalla porzione del disco più lontana dalla sbarra di ferro. Se questa è avvicinata al tubo in prossimità di *R*, il fascio magnetico partente da *D* s'incurva sino alla parete laterale, mentre il fascio, che ha per base il disco *A*, permane invariato.

c) Se il disco *A* è messo in comunicazione col suolo, esso si comporta come catodo secondario, e, se non esiste il campo, veggonsi di fronte ad esso i due strati negativi. Ma quando il campo è eccitato compare ancora il fascio magnetico avente origine nel foro *D* ed estendentesi sino ad una certa distanza dal disco *A*. Un polo magnetico laterale lo

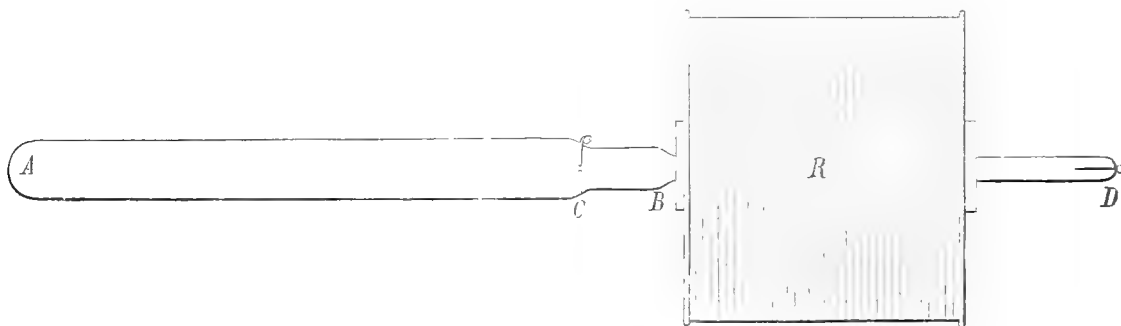
sposta, come se si trattasse d' un fascio magnetico che camminasse da sinistra a destra.

d) Se nel caso della esperienza *a*) s'inverte la corrente in uno dei rocchetti, di modo che si abbia campo nullo a metà del tubo e campi inversi dalle due parti, veggonsi ancora due fasci magnetici, che non arrivano sino alla metà del tubo, uno partente da *D* e l'altro dal centro del disco *A*. Il loro comportamento è simile a quello degli analoghi fasci descritti nell' esperienza a cui si riferisce la Fig. 36.

e) Citerò ancora quest' ultima esperienza, rinunciando ad altre di interesse apparentemente minore. Si prenda come catodo il disco *A* e come anodo il disco *G*, ed abbiano, come nell' esperienza precedente, i poli affacciati dei rocchetti *R* ed *R'* lo stesso nome. Prima che la corrente passi nei rocchetti veggonsi dalle due parti del foro *D* i fiocchetti luminosi già descritti, ma quello che rappresenta il fenomeno catodico è ora diretto da *D* verso *R*. Quando esiste il campo magnetico, il fascio di raggi magnetici ordinario appare naturalmente fra *D* ed *R* Ma in pari tempo si vede un altro fascio di raggi magnetici che parte da *D* e si dirige verso sinistra. Esso è attratto da un polo di nome contrario a quello di *R*, per esempio dal polo che si forma in una sbarra di ferro avvicinata lateralmente al tubo. Questo nuovo fascio che, in relazione a quanto si esporrà nel seguente capitolo, è probabilmente costituito a spese del fascio che parte da *D* e si rompe in *H*, sembra cedere meno del consueto all'azione del polo che gli si avvicina.

Un terzo fascio di raggi magnetici pallido e diffuso parte poi dal catodo *A*, e la sbarra di ferro (magnetizzata per influenza di *R'*) lo attira. Esso evidentemente è il fascio di raggi magnetici che si forma come d'ordinario a partire dal catodo.

Mentre nelle esperienze precedenti di questo capitolo i raggi magnetici prendono ori-

Fig. 41.

gine, o presso la parete del tubo quando essa fa da catodo secondario, o a partire da una brusca e considerevole riduzione della sezione del tubo, e in ogni caso provengono dal trasformarsi dei raggi catodici, in quella che segue i raggi magnetici sembrano essere una trasformazione dei raggi canali.

L'apparecchio costruito per questa esperienza, e per altre non ancora compiute, è rappresentato dalla Fig. 41. Esso consta d' un tubo *AB* di circa 41 cent. di lunghezza, di 4 di diametro nella maggior parte della sua lunghezza e di 3 nel tratto *BC*, congiunto

ad un cannello *BD* di quasi 2 cent. di diametro e 30 di lunghezza. L'anodo è all'estremità *D*, mentre il catodo è costituito da un disco di alluminio *B*, che chiude la sezione del tubo. Questo disco ha nel centro un forellino di un millimetro di diametro, da cui usciranno, dirigendosi verso *A*, i raggi canali. Presso *B* agisce un polo d'uno dei grandi rocchetti *R*, pel foro centrale del quale passa il cannello *BD*. La pressione dell'aria nel tubo è di un cinquantesimo di millimetro.

Quando non agisce il campo, si vede un filetto di raggi canali di colore bianco azzurrognolo, ma leggermente rosei alla base, cioè in corrispondenza del forellino dal quale partono. Essi sono diretti perpendicolarmente al catodo e perciò secondo l'asse dell'apparecchio, se questo è ben centrato.

Se si eccita il campo magnetico il filetto luminoso sembra non modificarsi affatto; ma se, mentre agisce il rocchetto *R*, si avvicina lateralmente al tubo un polo magnetico, subito il filetto luminoso si sdoppia, separandosi da esso un nuovo filetto luminoso curvo verso il polo o in senso contrario, secondo che il polo stesso è eteronimo o omonimo col polo di *R* prossimo al catodo.

Questo filetto luminoso incurvato ha dunque i caratteri di un fascio di raggi magnetici. Lo si può vedere anche senza l'avvicinamento del polo, se l'apparecchio non è di forma simmetrica o non coassiale col rocchetto *R*. Anzi basta spostarlo leggermente e inclinarlo alcun poco (ciò che è possibile fare in virtù della circostanza che il diametro del cannello *BD* è minore di quello del foro del rocchetto *R*), perchè l'esperienza sia in certo modo più completa, e si presenti come segue. Il filetto luminoso formato dai raggi canali non è più in esatta coincidenza coll'asse di simmetria del campo magnetico, e quando questo entra in azione, mentre lascia sensibilmente invariato il fascio di raggi canali, fa sorgere un nuovo fascio luminoso, partente esso pure dal foro del catodo e diretto secondo il tubo di forza passante pel foro stesso. Questo nuovo fascio è costituito dai raggi magnetici e può essere attratto o respinto ed incurvato, avvicinando ad esso un nuovo polo magnetico.

Mi sembra evidente che la teoria finora ammessa, secondo la quale i raggi magnetici altro non sarebbero che raggi catodici avvolti attorno alle linee di forza magnetica, difficilmente si presterebbe alla spiegazione della precedente esperienza. La spiegazione stessa è invece oltremodo facile, se si ammette la nuova ipotesi, e si può formularla concisamente dicendo, che i raggi magnetici osservati nella precedente esperienza sono una trasformazione dei raggi-canali, nello stesso modo che nelle altre esperienze essi erano una trasformazione dei raggi catodici.

In entrambi i casi la trasformazione consiste in ciò, che le particelle in movimento (elettroni negativi oppure ioni positivi) formano, sotto l'influenza del campo magnetico, i soliti sistemi neutri giranti o stelle doppie, unendosi a particelle (ioni positivi o elettroni) di opposta carica, incontrate sul loro cammino o da esse generate per via di ionizzazione.

Se nell'ultima esperienza permane il fascio di raggi-canali, ciò mostra che solo una piccola porzione di ioni prende parte alla formazione delle coppie giranti. Si comprende poi come quel fascio appaia non modificato, se si riflette alla massa dei ioni, molto maggiore di quella degli elettroni, ed alla conseguente loro minore deviabilità.

Infine è utile osservare, che forse in tutte le esperienze relative ai raggi magnetici, questi possono in parte provenire da raggi costituiti dal moto di ioni positivi; si sa infatti che simili raggi positivi esistono davanti al catodo, ed assumono, secondo l'uso attuale, il nome di raggi-canali, solo quando oltrepassano il catodo passando per aperture o canaletti in esso praticati.

Cap. VII. — **Fenomeni osservati arrestando mediante un ostacolo i raggi magnetici.**

Ebbi già occasione di osservare nel Cap. V ed a proposito dell'arresto dei raggi magnetici incurvati sino ad urtare la parete di vetro (Fig. 19 e 20), che tali raggi dovevano verosimilmente rimaner distrutti nell'urto contro un ostacolo, salvo a ricostituirsi se il campo magnetico possedeva sufficiente intensità. La formazione di nuovi raggi magnetici è uno dei fenomeni che si producono in simile caso, ma non il solo. Benchè siano assai poche le mie ricerche finora compiute in questa direzione, riferirò in questo ultimo capitolo le mie osservazioni.

Molti dei corpi, che divengono luminosi per fosforescenza o fluorescenza, allorchè sono colpiti dai raggi catodici o dai raggi canali, risplendono altresì quando sono incontrati dai raggi magnetici, senza che in generale si osservino notevoli diversità. Così il vetro ordinario, che splende di viva luce verde quando è incontrato dai raggi catodici, si comporta nella stessa maniera di fronte a raggi magnetici abbastanza intensi e prodotti in un gas a pressione abbastanza piccola. Ma quando questa pressione è quella usualmente impiegata nelle mie esperienze, per esempio è compresa fra uno e cinque decimi di millimetro, invece della fluorescenza verde si osserva sul vetro una luminosità gialla. Essa appare meglio visibile quando, diminuendo lentamente la pressione del gas, sta per apparire l'ordinaria fluorescenza verde.

Salvo la debole intensità, la luce gialla suddetta somiglia perfettamente a quella che provoca nel vetro l'urto dei raggi canali. È noto che lo spettro di questa luce mostra le righe caratteristiche del sodio, e che essa si produce ove il vetro funziona in certo modo da catodo. Così essa si intensifica toccando all'esterno la parete del tubo di scarica. Altrettanto accade nel caso dei raggi magnetici, anzi non è facile scorgerla altrimenti.

Come pei raggi canali, la luce gialla generata sul vetro dai raggi magnetici è sensibilmente più viva, se il tubo contiene ossigeno anzichè aria. Per mostrarla facilmente adopero un tubo della solita forma (Fig. 11) contenente ossigeno a conveniente rarefazione ma di dimensioni ridotte, tanto che la parte *BD* è lunga soltanto da 12 a 20 centimetri e grossa da 1,5 a 3 centimetri.

Questo comportamento dei raggi magnetici, molto simile a quello dei raggi canali, sembra indicare, che i nuovi raggi tendono a dare carica positiva alla parete (veggasi la fine del Cap. IV), e che essi non possono considerarsi perciò come semplici raggi catodici.

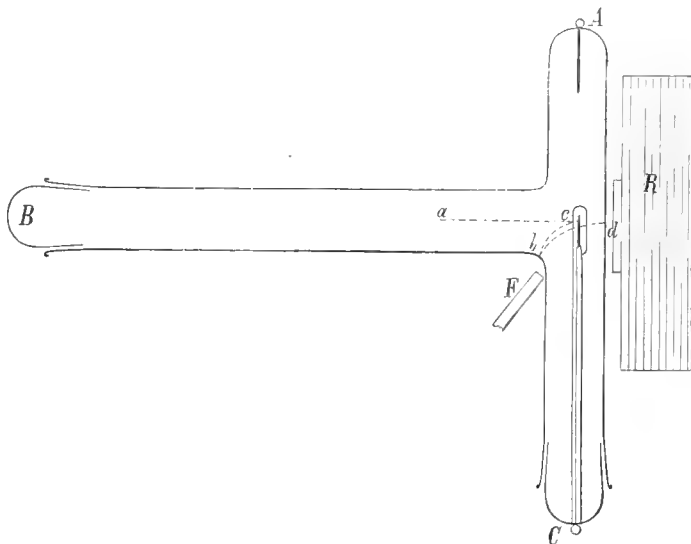
Per collocare facilmente ed a varie distanze dal catodo diversi corpi, ed esporli così

all'urto dei raggi magnetici, ho trovato molto conveniente l'impiego di speciali tubi di scarica, per esempio quello rappresentato nella fig. 42. Esso ha la forma della lettera *T*, ed è aperto alle due estremità *B*, *C*, mentre la *A* è chiusa e porta l'anodo. In *B* e *C* sono adattati a smeriglio due tubi chiusi, il secondo dei quali porta il catodo, che ha la forma indicata dalle Fig. 4 e 5. La mobilità di *C* permette così di dirigere il fascio catodico *ca* o orizzontalmente, e cioè secondo l'asse del rocchetto *R*, o in qualunque altra direzione compresa nel piano verticale passante per l'asse medesimo. La chiusura a smeriglio *B* serve poi a introdurre nell'apparecchio i corpi su cui si vuol sperimentare. Naturalmente occorre ogni volta far rientrare l'aria nell'apparecchio e poi rarefarla di nuovo; ma l'inconveniente non è grave, quando s'impiega la pompa rotativa a mercurio, con la quale si raggiunge ogni volta la voluta rarefazione in poche decine di secondi.

Fig. 42.

Allo stesso intento, e con identici risultati, ho impiegato più tardi un tubo di costruzione più semplice, e che differisce da quello della Fig. 11 soltanto in ciò, che la sua estremità *D* ha una chiusura a smeriglio, simile alla *B* della Fig. 42, e destinata al medesimo ufficio.

Fra i fenomeni osservati mediante questi apparecchi, quando dischi di varie sostanze erano introdotti in essi, citerò quelli soltanto che ho potuto finora studiare in modo abbastanza esauriente, e cioè la trasmissione, reale o apparente che sia, dei raggi magnetici attraverso lamine o meglio foglie metalliche sottili, e la produzione di nuovi raggi magnetici partenti dai corpi urtati.

Riguardo al primo di questi fenomeni, ecco come ho potuto constatarlo. In uno degli apparecchi testè descritti fu introdotto un leggiero anello d'ottone su cui era tesa una foglia d'alluminio. Il detto anello era fissato sopra una specie di doccia di vetro che gli serviva di piede, e lo reggeva verticalmente e normalmente all'asse del tubo. Esso poteva quindi essere collocato ad ogni voluta distanza dal catodo. Con opportuna rarefazione il fascio di raggi catodici, o in generale il fiocco luminoso partente dal catodo, era arrestato dalla foglia metallica, e al di là di questa non appariva la minima luce. Invece, non appena si eccitava il campo magnetico chiudendo la corrente nel filo del rocchetto, appariva un fascio di raggi magnetici, e questo, se non era troppo grande la distanza fra il catodo e la foglia di alluminio, o troppo debole il campo, si prolungava sino al di là del diaframma metallico.

La luminosità del fascio suddetto era sensibilmente più debole nella parte di esso, che sembrava aver attraversato la foglia metallica. Questa minor intensità di luce fu meglio visibile quando, invece d' una semplice foglia, ne adoperai due sovrapposte, allo scopo di sopprimere o quasi l' effetto dei minimi forellini, che sogliono trovarsi nelle foglie stesse.

Quando a queste sostituii un dischetto di lamina d' alluminio di poco meno di 15 centesimi di millimetro di spessore, il fascio di raggi magnetici apparve arrestarsi completamente sul metallo senza attraversarlo.

Mi sembra poco verosimile che le coppie giranti elettrone-ione positivo possano attraversare la foglia metallica senza essere distrutte, per cui secondo me è a ritenersi, che elettroni e ioni positivi attraversino separatamente il diaframma e poi ricostituiscano le coppie giranti. Se poi si avesse difficoltà ad ammettere il libero passaggio dei ioni attraverso una foglia metallica, si può pensare, che i ioni necessari alla formazione delle dette coppie provengano, o dalla ionizzazione dell' aria, od ancora, quantunque indirettamente, dal fatto che la foglia metallica, se e permeabile agli elettroni e non ai ioni, deve caricarsi positivamente.

Col tubo della Fig. 42 ho potuto osservare spesso il fenomeno, constatato già da Hittorf, dell' apparente riflessione del fascio di raggi magnetici, ma con particolarità abbastanza interessanti. Il catodo, mediante la rotazione del tubo *C*, era stato collocato in modo, che i raggi catodici erano diretti circa a 45° dalla verticale e verso sinistra. Dopo avere eccitato il campo magnetico essi assunsero l' aspetto di un filetto luminoso di forma elicoidale, mentre una luminosità di forma tubulare per essa passante era costituita dai raggi magnetici. Accostando una sbarretta di ferro *F* tanto il detto fascio quanto l' elica catodica in esso contenuta si piegarono assumendo una forma *cb*. Apparve allora un nuovo fascio di raggi magnetici, più pallido del primo e da esso ben distinto, il quale partiva da *b* ed andava a colpire la parete in *d*, e cioè in prossimità del polo del rocchetto *R*. Tanto la regione di parete *b* colpita dal fascio principale e dal filetto catodico, quanto la regione *d* colpita dal fascio secondario, mostravano la consueta viva fosforescenza verde. Qualche volta apparve anche dentro il fascio *bd* un' elica luminosa, però assai pallida. Essa non sembra sia stata osservata da Hittorf.

Per riconoscere meglio la natura del fascio luminoso *bd*, accostai una seconda sbarretta di ferro, senza spostare la *F*. Anch' essa assumeva per influenza del rocchetto un polo magnetico di nome contrario a quello presentato al tubo dal rocchetto stesso, e spostava e deformava i due fasci *cb* e *bd*. Anzi il fascio *cb* appariva attratto ed il fascio *bd* respinto. Quest' ultimo si comportava quindi come avrebbe fatto un fascio di raggi magnetici partente da un catodo posto in *b* sotto l'azione del campo magnetico dovuto al rocchetto *R*.

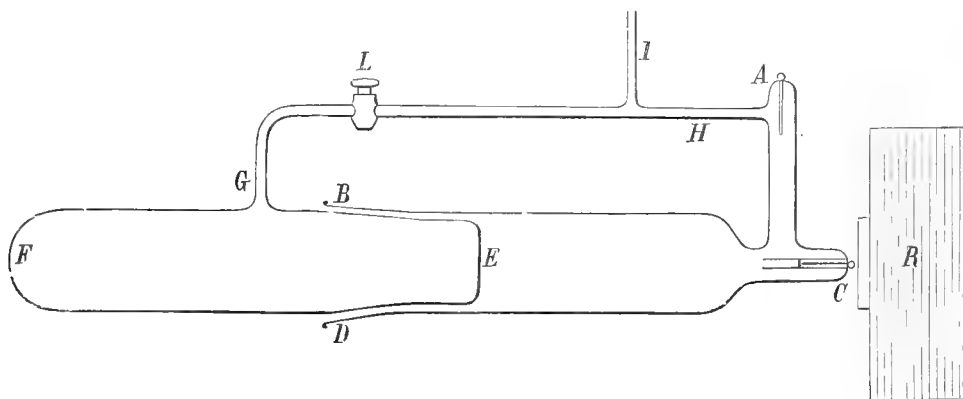
Come ho già avuto occasione di dire, mal si comprenderebbe una vera riflessione dei raggi catodici e dei raggi magnetici, mentre appare cosa naturalissima, sia che nuovi raggi catodici si formino per rimbalzo degli elettroni o per nuova emissione di essi a partire dal corpo colpito dai raggi catodici principali, sia che nuovi raggi magnetici prendano origine da un corpo colpito dal fascio principale di raggi magnetici, utilizzandosi così gli elettroni ed i ioni positivi risultanti dal distruggersi delle coppie giranti pel loro urto contro un corpo solido.

Del resto, questo formarsi di nuovi raggi magnetici a spese di altri distrutti in precedenza è stato già incidentalmente messo in luce da qualcuna delle esperienze del Capitolo VI.

Quando il fascio di raggi magnetici diretto secondo l'asse del tubo (Fig. 42) viene arrestato da un disco solido abbastanza grosso, si osserva spesso al di là dell'ostacolo una colonna di luce rossa, simile a quella che si formerebbe in assenza del disco. Rammentando ciò che si è stabilito sperimentalmente in relazione alla costituzione di questa colonna luminosa, sembrava doversi ammettere, che i ioni positivi provenienti dal distruggersi delle coppie giranti transitassero nell'intervallo rimanente fra il contorno del disco e la parete del tubo Ma esaminato il fenomeno più da presso mi persuasi facilmente, che esso era meno semplice di quanto a prima vista sembrava.

Ho infatti riconosciuto, che la colonna di luce rossa si forma al didietro del disco, anche quando questo intercetta ogni comunicazione fra la porzione del tubo, nella quale si formano i raggi magnetici, e la parte rimanente dell'apparecchio.

Il tubo rappresentato dalla Fig 43 è quello che mi ha servito per stabilire questo

Fig. 43.

fatto. Esso ha la solita forma in quanto alla disposizione degli elettrodi, ma è diviso in due parti. La parte *ABCD*, che è munita dell'anodo *A* e del catodo *C*, è perfettamente simile alla parte corrispondente del tubo della Fig. 11 e degli altri adoperati nella maggior parte delle esperienze descritte nel Cap V, salvo che alla sua estremità *BD* è aperto, leggermente conico ed internamente smerigliato. In esso entra a buona tenuta il tubo *EF* chiuso interamente, salvo il sottile cannello di vetro *G*, che, insieme al cannello *H* partente dal tubo *ABCD*, serve a far comunicare colla pompa, attraverso il cannello *I*, l'intero apparecchio. Un rubinetto in vetro *L* permette però di chiudere interamente il tubo *EF*, dopo avere ridotta al grado voluto la pressione dell'aria in esso contenuta. Lo stesso rubinetto permette altresì di rarefare ad un diverso grado, se occorre, l'aria nelle due parti dell'apparecchio. Infine, il solito rocchetto *R* serve a generare il campo magnetico d'intensità decrescente da *C* verso *F*.

Ecco, in breve, i fenomeni osservati con tale tubo di scarica.

I raggi magnetici, che partono da *C* e si dirigono verso *E* seguendo le linee di forza, hanno l'aspetto consueto; essi sono arrestati dal diaframma *E* costituito dal fondo chiuso del tubo *EF*. Ad onta di ciò si riesce ad ottenere entro questo tubo una colonna di luce rossa affatto simile alla colonna *EF* (Fig. 11), che si forma quando il diaframma non esiste.

La produzione della colonna di luce rossa entro il tubo *EF* sembra aver luogo il più facilmente, cioè richiedere una minor intensità del campo magnetico, quando la pressione dell'aria nel tubo medesimo è quella, per la quale è minimo il potenziale di scarica. Questo in linea generale, giacchè se nella capacità *ABCD* la pressione è ancora più piccola, conviene diminuirla un poco anche nel tubo *EF*, affinchè la colonna rossa si mostri, senza dovere troppo intensificare il campo magnetico. La costituzione di quella colonna luminosa appare identica a quella che si produce in un tubo non diviso in due parti, giacchè, coll'avvicinare ad essa un polo magnetico, si osservano gli stessi cambiamenti di forma. Ammessa quindi la spiegazione data nel Cap. V si può dire, che tutto accade, come se i ioni positivi, resi liberi per la distruzione dei raggi magnetici, potessero liberamente attraversare il diaframma *E*.

La spiegazione di questo fenomeno offre evidentemente delle difficoltà. Naturalmente sarebbe assurdo supporre un effettivo passaggio dei ioni positivi attraverso la parete di vetro *E*. Si può aggiungere anzi, che il fenomeno non resta sostanzialmente modificato, se nel tubo *ABCD* s'introduce un disco di vetro assai grosso, oppure un disco metallico, di diametro tale da occupare tutta la sezione, ed appoggiato contro la parete *E*.

Sembra più accettabile la spiegazione seguente. La scarica, come si è dimostrato nel Cap. V, è intermittente, e perciò è a periodi regolari che il diaframma *E* è colpito dai raggi magnetici, che su di esso si rompono. Verosimilmente gli effetti di simili urti periodici sono gli stessi, come se si trattasse dell' urto simultaneo di raggi catodici e di raggi canali. Ora è noto, che gli uni e gli altri determinano l' emissione di elettroni da parte dei corpi che vengono colpiti, per cui, ammesso che gli elettroni ed i ioni positivi siano in egual numero trattenuti dal diaframma, questo al momento dell' urto acquisterà improvvisamente una carica positiva. Se poi si ammettesse, che gli elettroni rimbalzino sul diaframma più facilmente dei ioni positivi, si avrebbe un' altra ragione per ammettere la suddetta improvvisa carica positiva del diaframma. La colonna rossa nel tubo *EF* non sarà allora altro che l' effetto del neutralizzarsi di quella carica positiva (o più esattamente del formarsi d' una egual carica negativa sulla faccia della parete *E* rivolta verso *F*), con elettroni provenienti dalle pareti e dal fondo *F* del tubo chiuso. Tali elettroni devono infatti accumularsi come se il diaframma non esistesse, e secondo il processo spiegato nel Cap. V.

Quando il campo magnetico sia molto intenso, il brusco caricarsi positivamente del diaframma *E* potrà produrre la ionizzazione dell' aria nel tubo *FE* sino ad una certa distanza da *E*, e far sì che, mentre una carica negativa si accumula alla sinistra del diaframma *E*, un' egual carica positiva si accumuli in una regione intermedia fra *E* ed *F*, precisamente come se in quella regione liberamente giungessero, come quando il diaframma non esisteva, i ioni positivi. D' onde le deviazioni nei due sensi della colonna rossa

per opera d' un polo magnetico accostato lateralmente, che coll' esperienza ho effettivamente constatato.

L'esperienza seguente corrobora questa spiegazione. Come ho detto, alla parete *E* si può aggiungere un disco metallico, senza con ciò impedire la produzione della colonna di luce rossa. Orbene, basta che il disco metallico venga messo in comunicazione col suolo, perchè il tubo *EF* rimanga perfettamente oscuro.

Conclusione

Nel loro complesso le esperienze descritte nella presente Memoria appaiono decisamente favorevoli al concetto che le ha ispirate.

La possibile esistenza in un gas ionizzato di sistemi neutri, costituiti da un elettrone negativo e da un ione positivo mobili l' uno attorno all' altro sotto l' azione della loro reciproca attrazione elettrica, potevasi certamente ammettere a priori; d' altra parte mi sembra facile convincersi del fatto che, mentre quei sistemi devono d' ordinario essere estremamente instabili, quando siano esposti all' azione di un campo magnetico, alcuni di essi possano acquistare una temporanea resistenza agli urti che tendono a distruggerli. Le esperienze descritte permettono, a mio avviso, d' andare più oltre, e cioè di ammettere, che di tutta una classe di interessanti fenomeni, i quali si producono in un gas rarefatto percorso dalle scariche ed esposto all' influenza di potenti calamite, si possa render conto colla supposizione, che i fenomeni stessi si debbano a certi raggi, quelli da me chiamati raggi magnetici, costituiti dal moto traslatorio dei sistemi giranti menzionati più sopra. Infatti si spiega intanto il carattere più saliente presentato da quei fenomeni, quando si tien conto del senso in cui girano gli elettroni nei sistemi resi dal campo magnetico meno instabili, giacchè si riconosce allora che sulle coppie giranti agisce una forza elettromagnetica, che tende a spostarli secondo le linee di forza nel verso dell' intensità decrescente. Si comprende altresì che, se all' istante in cui una di quelle coppie si costituisce, essa si trova ad avere una certa velocità traslatoria in conseguenza delle velocità anteriormente possedute dall' elettrone e dal ione positivo, tale velocità si comporrà con quella continuamente impressa dal campo, ed il moto traslatorio risultante non avrà esattamente luogo secondo una linea di forza; ed anche questa particolarità si constata coll' esperienza. Infine non si può negare che, partendo dall' ipotesi proposta, si arrivi a dare una spiegazione soddisfacente, non solo dei nuovi fatti qui descritti, alcuni dei quali anzi non sono altro che conferme sperimentali di previsioni basate sulla ipotesi stessa, ma anche i fatti dello stesso genere anteriormente conosciuti.

Con tutto ciò non si può ritenere come dimostrato in modo decisivo, che l' ipotesi debba considerarsi non più come tale, ma come espressione della realtà.

Per le ragioni dette altrove non era lecito sperare d' ottenere questa prova diretta, e quindi bisognava rassegnarsi a cercare conferme indirette e indizi favorevoli. Or bene, a mio avviso, non sono mancati questi indizi e queste conferme.

Così il fatto, che a me sembra ben accertato, della considerevole diminuzione nella carica negativa trasportata dai raggi catodici (Cap. IV), allorchè su di essi agisce un campo magnetico, deve per lo meno togliere ogni attendibilità alla consueta spiegazione, secondo la quale il campo magnetico non avrebbe altro effetto che quello di modificare la forma delle traiettorie percorse dagli elettroni costituenti i raggi catodici.

Del pari le esperienze del Cap. V mettono in evidenza un fatto, non meno difficile a comprendersi secondo quest' ultimo modo di vedere, e cioè il trasporto di ioni positivi sino ad una certa distanza dal catodo, la quale poi risulta tanto più grande, quanto più intenso (sino ad un certo limite) è il campo magnetico, o quanto più rarefatto è il gas nel tubo di scarica.

Insieme a questi due risultati, evidentemente d' importanza non lieve, dalle mie ricerche sperimentali possono trarsi molti altri indizi favorevoli al mio modo di vedere, e contrari invece alla usuale spiegazione. Uno di questi risulta da una delle prime esperienze del Cap. V, ed è il raccorciarsi dei raggi magnetici allorchè l' intensità del campo magnetico oltrepassa un certo valore. E altrettanto può dirsi relativamente all' ultima esperienza del Cap. VI, che mostra la trasformazione in raggi magnetici dei raggi-canali, come pure per la produzione della luminosità gialla (Cap. VII), che si forma sulla parete del tubo di scarica dove è colpita dai supposti nuovi raggi, e per alcuni altri dei fenomeni descritti nei due ultimi capitoli.

In forza di tutto ciò non sembrerà ingiustificata la fiducia, che ulteriori ricerche mie o d' altri sperimentatori arrechino nuove conferme, all' ipotesi proposta e sostenuta nelle pagine precedenti.

INDICE

DETERMINAZIONI ASTRONOMICHE SPEDITIVE DI LATITUDINE

ESEGUITE A BOLOGNA NEL 1908

MEMORIA

DEL

PROF. FEDERIGO GUARDUCCI

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1908)

La determinazione del geoide terrestre, (determinazione che per necessità si deve fare per punti) riposa, come è noto, principalmente sul confronto fra i valori astronomici direttamente osservati delle coordinate geoidiche dei punti della rete ed i corrispondenti valori ellissoidici calcolati in funzione degli elementi della rete stessa con provenienza da un punto scelto arbitrariamente nel quale si suppone la normale elissoidica coincidente con quella geoidica.

Si rende così possibile di costruire in ogni punto geodetico considerato sopra l'ellissoide di riferimento la direzione della verticale locale, il che permette di tracciare, almeno approssimativamente, in direzione dei meridiani e dei paralleli o anche in una direzione qualsiasi, l'andamento della superficie del geoide (o di una superficie ad esso sensibilmente parallela) dietro la condizione che questa debba risultare in ogni suo punto normale alla verticale locale. I lavori che a tale scopo si compiono dopo osservata tutta la rete geodetica, consistono appunto in determinazioni astronomiche *dirette* di latitudine, longitudine ed azimut (quest'ultime principalmente come controllo alle altre due) ed il miglior profitto si ricaverebbe evidentemente se tali determinazioni potessero venire eseguite *in tutti i punti geodetici* della rete. — Se non che ciò diviene pressochè irrealizzabile se nelle dette determinazioni cerchiamo la *massima precisione* conseguibile cogli strumenti e coi mezzi moderni; in tal caso infatti bisogna servirsi di strumenti pesanti che richiedono accessori ed installazioni relativamente complicate e le osservazioni, a causa del loro numero, si protraggono talvolta assai a lungo; le spese aumentano così in modo rapido e si è perciò costretti a limitare le determinazioni di questo genere ad alcuni punti principali, i quali risultano necessariamente assai distanti fra loro, e fra i quali la interpolazione della superficie cercata rimane conseguentemente assai incerta.

Si giunge a qualche cosa di più pratico se ci contentiamo di saggiare l'andamento

della superficie solo in determinate direzioni, e in particolare secondo i meridiani, eseguendo determinazioni di latitudine in tutti i punti contigui della rete lungo i meridiani stessi, operazioni queste che prendono il nome di *livellazioni astronomiche*.

Ora ponendoci dal punto di vista pratico ed avendo in mira la determinazione relativamente sollecita della superficie del geoide in una data regione, ci possiamo porre il quesito se, a parità di spesa, e tenuto conto che tutto è soggetto a cambiare col tempo sia più conveniente eseguire *con tutta precisione* la livellazione astronomica in punti successivi di uno o *pochi* meridiani o piuttosto eseguirla con precisione un poco minore in tutti i punti geodetici della regione stessa, riservando tutt'al più le determinazioni di ultima precisione a qualche punto speciale. Sembra a me che non si debba esitare ad adottare il secondo espediente; ed appunto in tale ordine di considerazioni e coll' intenzione di attuare in seguito a poco a poco un programma sistematico di osservazioni di carattere speditivo e poco costose dirette a raccogliere materiale di contributo alla conoscenza del geoide nella regione italiana, ho istituito un primo saggio destinato a dimostrare come con un semplice istrumento geodedico, cioè leggero e molto portatile, adoperato all' aperto sopra un robusto trepiede e senza apparati accessori, è possibile anche in una sola serata di osservazione ricavare un valore della latitudine con una precisione più del sufficiente allo scopo.

L'istrumento di cui mi sono servito, è uno dei soliti Teodoliti geodedici con cerchio verticale di 21 cm. di diametro costruito dall' Officina « *La filotecnica* » di Milano provvisto di microscopi diametrali sui quali si leggono direttamente i 2″. Esso ha il cannocchiale centrale con apertura di 50 mm. provvisto di tre oculari con ingrandimenti rispettivamente di 25, 35 e 40 circa ed il micrometro illuminato elettricamente. L'istrumento è distribuito in due casse che si possono senza difficoltà trasportare *ovunque*.

Il metodo di osservazione scelto fu quello delle distanze zenitali *meridiane* di coppie di stelle con declinazioni comprese fra qualche grado al di sotto dell' equatore ed il polo coniugate a due a due rispetto allo zenit e culminanti a breve intervallo di tempo e con distanze zenitali non molto diverse fra loro. La condizione di essere coniugate due a due dispensa dal capovolgimento del cannocchiale, e l'osservazione si riduce alle letture del cerchio zenitale ed a quelle della livella la quale, nell' istrumento in parola ha una sensibilità di circa 1″.3 per ogni millimetro di tubo. Il cannocchiale è provveduto di un prisma oculare, e l'istrumento fu adoperato tenendolo sempre nella posizione invertita nella quale è possibile leggere distanze zenitali sino a un minimo di 17 gradi circa.

Se indichiamo con ξ_s e ξ_n le letture del cerchio (corrette della rifrazione) corrispondenti rispettivamente alla stella a Sud ed a quella a Nord, con δ_s e δ_n le declinazioni, con L la latitudine e con ξ_o la lettura del cerchio corrispondente allo Zenit, la latitudine L risulta, come è facile vedere, dalla seguente formola:

$$L = \frac{\delta_s + \delta_n - (\xi_s - \xi_n)}{2}$$

Questo metodo che, come si vede ha analogia stretta con quello di precisione detto di

Talcott, in quanto anche qui si misurano (per quanto con mezzo diverso) le differenze della distanza zenitale delle due stelle, ha a comune con detto metodo il vantaggio che l' incertezza della rifrazione influisce solo in proporzione della differenza delle distanze zenitali, ed ha inoltre il pregio di essere (a differenza del classico metodo delle distanze zenitali circommeridiane) svincolato dalla osservazione del tempo e di non richiedere una esattissima istallazione dell' istrumento in meridiano essendo senza effetto sul risultato una deviazione in azimut di mezzo minuto ed anche più; altri errori residui di aggiustamento quali la collimazione e l' inclinazione, danno luogo in un tal metodo operativo a influenze di secondo ordine.

Il collocamento in meridiano o meglio, la lettura azimutale corrispondente al meridiano veniva determinata osservando il tempo del passaggio della polare al filo verticale ed eseguendo la lettura azimutale corrispondente; si deduceva quindi l' angolo orario della polare per passare con questo all'azimut di essa mediante le apposite tavole della *Connaissance des temps.*

Le osservazioni furono eseguite in due punti di Bologna; cioè, sulla torre dell' osservatorio dell' Università e sulla specola della Scuola di Applicazione per gli Ingegneri: questi due punti sono fra loro legati geodeticamente, per cui fu possibile, ammettendo come trascurabile la deviazione della verticale fra essi, stabilire il reciproco accordo fra i valori delle due latitudini.

Le osservazioni ed i risultati sono riassunti nei seguenti quadri:

Osservazioni di latitudine eseguite sulla Torre dell' Osservatorio dell' Università di Bologna

Num. d'ordine	Data	Stelle osservate	Declinazioni	Letture zenitali (corrette della liv.)	Rifrazione	Latitudine risultata	Scostam. dalla media	Quadrati degli Scostam.
	1908 11 Maggio							
1	» »	θ Virginis 4 H Draconis	9° 14′ 35″ 5 78 07 50 3	35° 14′ 34″ 5 33 37 19 6	0′ 40″ 4 0 37 3	44°,19′,51″,9	0″,9	0 ,81
2	» »	4165 BAC 20 Cornae	88 12 50 7 21 24 20 3	43 41 59 9 23 05 06 0	0 53 8 0 24 0	» » 53 ,1	0 ,3	0 ,09
3	» »	*f* Virginis 76 Ursae major.	— 5 19 35 8 63 13 15 2	49 48 23 0 18 43 04 9	1 06 6 0 19 1	» » 52 ,5	0 ,3	0 ,09
4	» »	8 Draconis ε Virginis	65 56 24 7 11 27 10 3	21 26 10 6 33 02 06 6	0 22 1 0 37 6	» » 53 ,2	0 ,4	0 ,16
5	» »	Gr. 2001 τ Bootis	72 52 17 7 17 54 52 5	28 21 52 9 26 34 32 2	1 30 4 1 28 1	» » 53 ,6	0 ,8	0 ,64
6	» »	η Bootis α Draconis	18 51 29 4 64 49 00 9	25 38 01 0 20 18 49 1	0 27 0 0 20 7	» » 54 ,2	1 ,4	1 ,96
7	» »	α Draconis *d* Bootis	64 49 00 9 25 31 37 0	20 18 49 6 18 57 56 5	0 20 7 0 19 4	» » 51 ,2	1 ,6	2 ,56
8	» »	4 Ursae min. λ Virginis	77 58 54 0 — 12 56 58 4	33 28 33 6 57 25 30 0	0 37 3 1 27 4	» » 51 ,0	1 ,8	3 ,24
9	» »	109 Virginis β Ursae min.	2 16 44 4 74 31 56 4	42 12 15 1 30 01 31 2	0 50 8 0 32 5	» » 51 ,5	1 ,3	1 ,69
10	» »	5140 BAC 3 Serpentis	87 35 17 8 5 16 45 8	43 03 59 2 39 11 50 7	0 52 4 0 45 6	» » 54 ,1	1 ,3	1 ,69
11	» »	γ Ursae min. β Serpentis	72 09 41 3 15 42 29 1	27 39 02 7 28 46 34 1	0 29 4 0 30 7	» » 51 ,5	1 ,3	1 ,69
12	» »	ϰ Serpentis ζ Ursae min.	18 25 26 5 78 04 39 1	26 03 22 0 33 33 33 0	0 27 5 0 37 2	» » 52 ,4	0 ,4	0 ,16
13	» »	ζ Ursae min. ϰ Herculis	78 04 39 1 17 17 24 3	33 03 33 0 27 11 23 6	0 37 7 0 28 8	» » 52 ,8	0 ,0	0 ,00
14	» »	19 Ursae min. γ Herculis	76 06 30 7 19 22 02 3	31 35 33 7 25 06 55 5	0 34 3 0 26 2	» » 53 ,3	0 ,5	0 ,25
15	» »	9 Draconis β Herculis	61 43 15 3 21 41 17 1	17 12 32 9 22 47 44 9	0 17 3 0 23 6	» » 55 ,3	2 ,5	6 ,25
16	» »	*A* Draconis 49 Herculis	68 57 56 9 15 07 35 6	24 27 09 0 29 21 11 0	0 25 4 0 31 6	» » 50 ,3	2 ,5	6 ,25
17	» »	ζ Draconis δ Herculis	65 49 32 3 24 56 43 0	21 18 43 7 19 32 20 1	0 21 8 0 19 8	» » 54 ,8	2 ,0	4 ,00
18	» »	α Ophinchi ω Draconis	12 37 29 2 68 47 51 9	31 51 15 0 24 17 01 0	0 34 8 0 25 2	» » 52 ,3	0 ,5	0 ,25
19	» »	35 Draconis 72 Ophinchi	76 58 20 7 9 32 55 0	32 27 22 3 34 55 45 2	0 30 0 0 39 1	» » 53 ,8	1 ,0	1 ,00
20	19 Giugno »	ϰ Cephei ε Delfini	77 25 55 9 10 59 24 2	212 55 09 3 213 29 32 8	0 35 9 0 36 8	» » 52 ,3	0 ,5	0 ,25

Valore medio = 44°, 29′, 52″, 75 ± 0″, 29

Riduzione al Centro Torre + 0 ,05

Latitudine al Centro della Torre = 44 ,29, 52 ,80 ± 0 ,29

Osservazioni di latitudine eseguite alla Scuola degli Ingegneri di Bologna

Num. d'ordine	Data	Stelle osservate	Declinazioni	Letture zenitali (corrette della liv.)	Rifrazione	Latitudine risultata	Scostam. dalla media	Quadrati degli Scostam.
	1908 1 Giugno							
1	»	η Bootis	18° 51′ 32″ 5	25° 36′ 26″ 0	0′ 26″ 5	44°,29′,36″,5	0″,0	0″, 00
	»	α Draconis	64 49 06 1	20 17 57 6	0 20 5			
2	»	4 Ursae min.	77 58 59 8	33 27 30 9	0 36 8	» » 36 ,1	0 ,4	0 , 16
	»	λ Virginis	— 12 56 58 3	57 23 52 3	1 26 5			
3	»	109 Virginis	2 16 46 2	42 10 47 4	0 49 3	» » 38 ,2	1 ,7	2 , 89
	»	β Ursae min.	74 32 02 3	30 00 36 8	0 32 1			
4	»	ψ Bootis	27 18 23 5	17 09 39 0	0 16 0	» » 36 ,7	0 ,2	0 , 04
	»	1 H Ursae min.	67 41 52 0	23 10 33 3	0 23 8			
5	»	5140 BAC	87 35 23 8	43 03 40 9	0 51 8	» » 36 ,4	0 ,1	0 , 01
	»	3 Serpentis	5 16 48 1	39 10 48 5	0 45 1			
6	»	γ Ursae min.	72 09 47 6	27 38 22 7	0 29 1	» » 38 ,8	2 ,3	5 , 29
	»	β Serpentis	15 42 32 7	28 45 18 8	0 30 4			
7	»	χ Serpentis	18 25 30 4	26 02 24 2	0 27 2	» » 36 ,4	0 ,1	0 , 01
	»	ζ Ursae min.	78 04 45 6	33 33 17 7	0 36 9			
8	»	19 Ursae min.	76 06 27 9	31 35 13 4	0 34 1	» » 35 ,4	1 ,1	1 , 21
	»	γ Herculis	19 22 06 4	25 05 58 1	0 25 9			
9	»	η Draconis	61 43 21 9	17 12 22 5	0 17 1	» » 36 ,4	0 ,1	0 , 01
	»	β Herculis	21 41 21 5	22 46 45 5	0 23 4			
10	»	*A* Draconis	68 58 03 5	24 26 42 2	0 25 3	» » 36 ,5	0 ,0	0 , 00
	»	49 Herculis	15 07 39 4	29 20 06 4	0 31 2			
11	»	ζ Draconis	65 49 38 9	21 18 31 3	0 18 5	» » 35 ,1	1 ,4	1 , 96
	»	δ Herculis	24 56 47 8	19 31 13 6	0 19 6			
12	»	α Ophinchi	12 37 32 9	31 50 17 3	0 34 4	» » 36 ,3	0 ,2	0 , 04
	»	ω Draconis	68 47 58 5	24 16 45 5	0 25 1			
13	»	35 Draconis	76 58 27 1	32 27 05 4	0 35 4	» » 35 ,0	1 ,5	2 , 25
	»	72 Ophinchi	9 32 58 5	34 54 46 4	0 38 7			
14	»	η Serpentis	— 2 55 25 4	47 22 47 8	1 00 2	» » 37 ,7	1 ,2	1 , 44
	»	γ Draconis	72 41 28 0	28 10 05 6	0 29 7			
15	»	θ Serpentis pr.	4 04 58 0	40 22 37 7	0 47 1	» » 36 ,9	0 ,4	0 , 16
	»	λ Ursae min.	88 59 59 2	44 28 13 7	0 54 5			
16	»	ζ Aquilae	13 43 30 6	30 44 20 2	0 33 0	» » 36 ,0	0 ,5	0 , 25
	»	τ Draconis	73 10 55 1	28 39 36 5	0 30 3			
17	9 Giugno	109 Virginis	2 16 46 9	222 18 58 3	0 51 4	» » 37 ,9	1 ,4	1 , 96
	»	β Ursae min.	74 32 04 3	210 08 52 4	0 32 7			
18	»	ψ Bootis	27 18 25 0	197 17 52 0	0 17 4	» » 36 ,2	0 ,3	0 , 09
	»	1 H Ursae min.	67 41 54 2	203 18 51 8	0 24 3			
19	»	γ Ursae min.	72 09 49 8	207 46 40 5	0 29 9	» » 35 ,2	1 ,3	1 , 69
	»	β Serpentis	15 42 34 1	208 43 26 1	0 30 8			
20	»	ϰ Serpentis	18 25 31 8	206 10 31 8	0 27 7	» » 36 ,2	0 ,3	0 , 09
	»	ξ Ursae min.	78 04 47 9	213 41 28 7	0 38 0			
							129 ,9	19, 55

Valore medio = 44°, 29′, 36″, 5 ± 0″, 23

Riduzione al Centro medio = — 0 ,4

Latitudine al Cerchio Meridiano = 44 ,29, 36 ,1 ± 0 ,23

Come si vede i valori risultanti per le due latitudini presentano andamenti ed errori medi più che soddisfacenti.

Per la latitudine dell' Osservatorio di Bologna si ha anche un valore osservato dal Prof. Ciscato nel 1896 con due istrumenti e due metodi diversi e con procedimenti di alta precisione; la concordanza dei due valori (all' infuori della riduzione il polo medio della quale mancano ancora gli elementi per l' anno corrente) è la seguente:

Ciscato	1896		*L.* 44.° 29′. 52″. 77
Guarducci	1908		52. 80
		Differenza	0.03

Riducendo a questo punto la latitudine ottenuta per la Scuola degli Ingegneri, cioè 44.° 29′. 36″. 10 mediante i seguenti elementi geodetici

log. distanza . . . . = 3.0065986 } riduzione
Azimut della Scuola Ingegneri all' Osservatorio . = 240.° 13′. 07″. 3 } = 16″. 34

si ottiene il valore

44.° 29′. 52″. 44

la cui differenza coi precedenti è dell' ordine degli errori di osservazione.

Mi sembra adunque che questi accordi siano tali da giustificare più che a sufficienza il metodo speditivo e poco dispendioso sopra accennato.

Bologna, Giugno 1908.

OSSERVAZIONI CRISTALLOGRAFICHE

SOPRA

ALCUNI COMPOSTI ORGANICI DI ADDIZIONE

MEMORIA SECONDA

DI

GIOVANNI BOERIS

(letta nella Sessione del 10 Novembre 1907)

CON 4 FIGURE NEL TESTO

Tra i composti artificiali descritti cristallograficamente nell' altra mia pubblicazione comparsa nel tomo IV della serie VI di queste « Memorie » sonvene due, a mio credere, dei più interessanti conosciuti finora.

Si ottengono questi composti per addizione della naftalina rispettivamente col cloruro di picrile e col s-trinitrotoluolo, e sono degni di nota perchè costituiscono un esempio marcatissimo di quell' isogonismo, nel senso dato dal Bruni [1] a questa parola, che si verifica tra due corpi a grande molecola i quali vengano a differire tra di loro solo in una piccola parte di questa. Sembra infatti che nei due nostri composti, che sono appunto a molecola molto complessa, si sostituiscano isogonicamente l' atomo Cl e il gruppo CH_3.

Dissi già a proposito di questa coppia di composti che sarebbe opportuno di vedere se in altre analoghe Cl e CH_3 mostrano la stessa funzione modificatrice; perciò ho istituito numerose ricerche su prodotti di addizione di idrocarburi e di altri composti aromatici con cloruro di picrile e s-trinitrotoluolo in particolar modo, non trascurando poi anche i composti di addizione con altri trinitroderivati aromatici, specialmente acido picrico e s-trinitrobenzolo.

L' esito non fu però in complesso molto soddisfacente per il motivo che solo pochi di tali composti danno cristalli atti a misure goniometriche.

Fra i composti non potuti misurare ricorderò quelli preparati da Bruni e Tornani [2] addizionando il cloruro di picrile coll' isapiolo di aneto da una parte e colla isomiristicina dell' altra. Non essendo questi misurabili rendevasi impossibile un con-

---

[1] *Isomorfismo e soluzioni solide.* Atti del VI Congresso internazionale di Chimica applicata, VI, 103, 1907.

[2] *Sui picrati e su altri prodotti di addizione di composti non saturi.* Gazzetta chim. ital., 1905, II, 304.

fronto coi corrispondenti composti di queste due sostanze col s-trinitrotoluolo che non cercai pertanto di preparare.

Siccome poi Bruni e Tornani ([1]) descrissero altresì un picrato di asarone, ripreparai questo composto e gli altri che l'asarone stesso dà facilmente coi soliti trinitrocomposti, ma nessuno dei termini di questa serie, che sono tutti abbastanza stabili, dà cristalli sui quali si possano eseguire misure.

Ho procurato pure di preparare la corrispondente serie coll'isosafrolo, dei termini della quale fu già reso noto da Bruni e Tornani ([2]) quello coll'acido picrico, ma il solo composto col cloruro di picrile, che ha pure una certa stabilità, è atto a discrete misure. Non mi occupai perciò di questo in modo speciale.

Bruni e Tornani ([3]) descrissero pure i composti dell'isapiolo col trinitrobenzolo e col cloruro di picrile: ma il primo di questi è in cristalli non misurabili mentre il secondo si presenta in cristallini abbastanza ricchi di facce di discreta estensione e nitide quanto basta per dare discrete misure.

Cercai quindi di ottenere anche il composto dello stesso isoapiolo col s-trinitoluolo e riuscii ad averlo in cristallini assai ben conformati ed agevolmente misurabili i quali presentano col composto isoapiolo e cloruro di picrile le più strette analogie angolari, le stesse forme cristalline e abito somigliantissimo.

Di entrambi i composti ho fatto uno studio cristallografico che trascrivo nelle pagine seguenti.

Degli altri composti di addizione dei cui studio mi sono occupato senza buoni risultati, causa la poca perfezione dei loro cristalli, ricorderò ancora quelli che l'antracene, il fenantrene, l'α-naftolo e il β-naftolo sono capaci di dare coll'acido picrico e cogli altri trinitroderivati aromatici.

Il vedere se dall'antracene e dal fenantrene fosse possibile ricavare due serie di composti di addizione per paragonare, oltreche i termini di ciascuna fra loro, ciascun termine dell'una serie col corrispondente termine dell'altra, mi parve dovesse essere interessante per il fatto che tra antracene e fenantrene, secondo le ricerche di G. B. Negri ([4]), è da ritenersi intercedano relazioni cristallografiche molto strette.

E appunto perchè dalle ricerche di questo autore ([5]) risulterebbe esservi altresì isomorfismo tra α-naftolo, β-naftolo e naftalina, mi parve opportuno di tentare uno studio comparativo anche dei composti di addizione di queste tre sostanze coi trinitroderivati aromatici.

Ricerche di E. Billows ([6]) hanno dimostrato che tra l'acenaftene, di cui si conosce

---

([1]) *Sui picrati di composti non saturi* Gazzetta chim. ital., 1904, II, 474.

([2]) L. c.

([3]) *Sui picrati e su altri prodotti di addizione di composti non saturi.* Gazz. chim. ital. 1905, II, 304.

([4]) Cfr. Garelli - *Sul comportamento crioscopico di sostanze che hanno costituzione simile a quella del solvente.* Gazzetta chim ital. 1893, II, 354.

([5]) L. c.

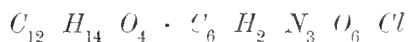
([6]) *Su un rimarchevole isomorfismo morfologico e fisico delle sostanze acenaftene e acenaftilene.* Riv. di min. e crist. ital., XXVI, 5, 1901.

un picrato [1], e l' acenaftilene, che dà pure un composto di addizione coll'acido picrico [2], si ha la più grande somiglianza di forma cristallina.

Lo studio e il confronto di questi e degli altri composti di addizione, se possibili, dell'acenaftene e dell' acenaftilene non sarebbe, credo, senza interesse. Ho anzi già preparato per l'acenaftene il composto col cloruro di picrile e quello col s-trinitrotoluolo, perchè di quelli che a me importava di più di poter misurare, ma non ebbi mai nè da l'uno nè da l' altro cristalli che permettessero indagini goniometriche.

Di un altro composto di addizione che mi parve degno di osservazione ho tentato inutilmente lo studio cristallografico: quello della naftalina col trinitro-m-cresolo [3]. Era mio intento di vedere se mai si conservasse tra trinitro-m-cresolo addizionato a naftalina e s-trinitrotoluolo e naftalina, la relazione che nella precedente memoria ho fatto rilevare esistere fra naftalina con acido picrico e naftalina con s-trinitrobenzolo, nonchè tra isoapiolo d' aneto con acido picrico, e isoapiolo d' aneto con s-trinitrobenzolo, ma l' essere i cristalli ottenuti tutti immisurabili non permette a questo riguardo conclusioni di sorta.

Isoapiolo e cloruro di picrile

$$C_{12}\,H_{14}\,O_4 \cdot C_6\,H_2\,N_3\,O_6\,Cl$$

P. di fus. 55°-56°.

Sistema cristallino: triclino

$$a\,.\,b : c = 0{,}5453 : 1 : 0{,}4847$$

$$\alpha = 86°\ 6'$$

$$\beta = 111\ \ 58$$

$$\gamma = 106\ \ 57$$

Forme osservate: $\{010\}$ $\{100\}$ $\{1\bar{1}0\}$ $\{1\bar{2}0\}$ $\{001\}$ $\{011\}$ $\{\bar{1}11\}$ $\{\bar{1}01\}$.

---

[1] Behr u. Dorp. *Ueber Acenaphten und Naphtalsäure.* Liebig's Ann., *172*, 263, 1874.

[2] Behr u Dorp. *Ueber die Einwirkung des erhitzten Bleioxydes auf organische Körper.* Ber. d. d. chem. Ges. *6*, 753, 1873.

[3] Nölting u. Salis. *Ueber Nitroderivate der Kresole.* Ber. d. chem. Ges., *15*, 1862, 1881.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(010) : (100)	73° 5′ — 73° 30′	73° 17′	*	20
(100) : $(1\bar{1}0)$	29 39 — 29 43	29 41	29° 37′	2
$(1\bar{1}0)$: $(1\bar{2}0)$	—	23 59	24 16	1
$(1\bar{2}0)$: $(0\bar{1}0)$	52 53 — 53 5	52 59	52 50	2
(010) : (001)	87 14 — 87 28	87 21	*	10
(001) : $(0\bar{1}1)$	—	25 23	25 38	1
$(0\bar{1}1)$: $(0\bar{1}0)$	—	67 27	67 1	1
(010) : $(\bar{1}11)$	76 42 — 76 50	76 45	*	5
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}01)$	24 44 — 25 15	24 58	25 6	5
$(\bar{1}01)$: $(0\bar{1}0)$	78 4 — 78 26	78 17	78 15	5
(100) : (001)	67 58 — 68 25	68 13	*	8
(001) : $(\bar{1}01)$	52 32 — 52 55	52 44	52 42	5
$(\bar{1}01)$: $(\bar{1}00)$	58 55 — 59 10	59 5	59 5	5
$(1\bar{1}0)$: (001)	69 13 — 69 25	69 19	69 17	2
(001) : $(\bar{1}11)$	51 22 — 51 37	51 30	*	5
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}10)$	59 5 — 59 14	59 10	59 13	3
$(1\bar{1}0)$: $(0\bar{1}1)$	—	—	64 59	—
$(0\bar{1}1)$: $(\bar{1}01)$	—	—	49 42	—
$(\bar{1}01)$: $(\bar{1}10)$	—	—	65 18	—
$(1\bar{2}0)$: $(0\bar{1}1)$	—	—	59 19	—
$(0\bar{1}1)$: $(\bar{1}11)$	—	—	61 41	—
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}20)$	—	—	59 0	—
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}00)$	—	67 22	67 16	1
$(\bar{1}01)$: $(\bar{1}20)$	—	—	75 11	—
(001) : $(1\bar{2}0)$	—	—	74 21	—
$(0\bar{1}1)$: (100)	—	—	77 27	—

Cristalli di discrete dimensioni e abbastanza ben conformati si ottengono lasciando svaporare le soluzioni a freddo del composto in alcool allungato con etere solforico. Questi cristalli sono costantemente piuttosto allungati nel senso dell' asse [001].

Forme della zona di facce parallele a questo medesimo asse che si rinvengono su tutti i cristalli sono $\{100\}$ e $\{010\}$: abbastanza frequente è $\{1\bar{1}0\}$, rara invece è $\{1\bar{2}0\}$. In certi casi si nota che $\{100\}$ ha faccie poco più estese di quelle di $\{010\}$, in altri invece che $\{010\}$ mostra faccie alquanto più larghe che $\{100\}$, ma sì negli uni che negli altri di questi casi $\{1\bar{1}0\}$ e $\{1\bar{2}0\}$, se sono presenti, compaiono con facce di poca estensione.

Si hanno poi anche esempi di cristalli decisamente tabulari secondo $\{010\}$, o secondo $\{100\}$ e talvolta anche secondo $\{1\bar{1}0\}$.

Circa le forme terminanti i cristalli è da notarsi che $\{001\}$ è sempre presente con faccie ampie, in generale assai più che quelle di $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}01\}$ e $\{01\bar{1}\}$.

Quanto a $\{\bar{1}11\}$ e $\{\bar{1}01\}$ si rileva che si riscontrano con una certa frequenza sui

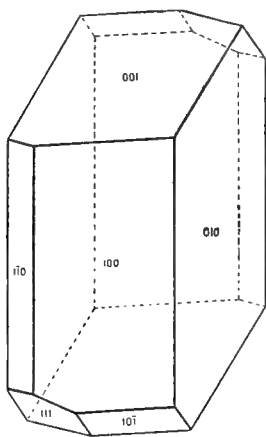



Fig. 1

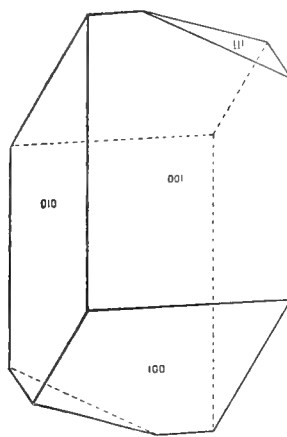



Fig. 2

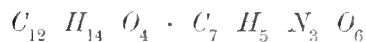
cristalli esaminati, o insieme riunite, o da sole. Non molto frequente è $\{01\bar{1}\}$ e le sue facce sono sempre poco nette e poco splendenti.

Su qualche cristallo a facce di $\{001\}$, $\{010\}$ e $\{100\}$ si uniscono solo facce di $\{\bar{1}11\}$.

Fu notata ancora qualche faccia di simbolo $\{hkl\}$ su cristalli risultanti da sole facce di $\{001\}$, $\{010\}$, $\{100\}$ e su altri risultati ancora da facce di queste tre forme più quelle di $\{\bar{1}11\}$. Dette faccie $\{hkl\}$ non sono mai misurabili sulle vicine per quanto abbastanza estese, e si mostrano ricoperte di fitte strie parallele al loro spigolo di combinazione con $\{100\}$.

La sostanza è di color rosso granato scuro.

Isoapiolo e s-trinitrotoluolo

$C_{12}\,H_{14}\,O_4 \cdot C_7\,H_5\,N_3\,O_6$

P. di fus. 55°.

sistema cristallino:

$a : b : c = 0,5495 : 1 : 0,4907$

$\alpha = 87^\circ\ 36'$

$\beta = 112\ \ 34$

$\gamma = 105\ \ 16$

Forme osservate: $\{010\}$ $\{100\}$ $\{1\bar{1}0\}$ $\{1\bar{2}0\}$ $\{011\}$ $\{001\}$ $\{0\bar{1}1\}$ $\{\bar{1}11\}$ $\{\bar{1}01\}$.

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
(010) : (100)	74° 15′ — 74° 38′	74° 27′	*	20
(100) : $(1\bar{1}0)$	29 28 — 29 43	29 37	29° 32′	5
$(1\bar{1}0)$: $(1\bar{2}0)$	—	23 44	23 50	1
$(1\bar{2}0)$: (010)	—	52 8	52 11	1
(010) : (011)	—	—	61 45	—
(011) : (001)	—	—	24 26	—
(010) : (001)	85 43 — 86 33	86 11	*	15
(001) : $(0\bar{1}1)$	25 41 — 25 54	25 49	*	10
$(0\bar{1}1)$: $(0\bar{1}0)$	67 51 — 68 2	67 57	68 0	3
(010) : $(\bar{1}11)$	74 37 — 74 51	74 43	74 41	5
(111) : (101)	25 1 — 25 15	25 5	25 6	7
$(\bar{1}01)$: $(0\bar{1}0)$	80 3 — 80 11	80 5	80 13	4
(100) : (011)	—	—	63 6	—
(011) : $(\bar{1}11)$	—	—	49 7	—
$(\bar{1}11)$: $(\bar{1}00)$	—	—	67 48	—
(100) : (001)	67 1 — 67 31	67 15	*	6
(001) : $(\bar{1}01)$	52 54 — 53 7	53 1	*	7

Angoli	Limiti delle osserv.	Media	Calcolato	N
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	—	59° 35′	59° 44′	1
$(1\bar{1}0):(001)$	—	—	69 11	—
$(001):(\bar{1}11)$	—	51 59	51 52	1
$(\bar{1}11):(\bar{1}10)$	—	58 38	58 59	1
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	—	64 14	64 10	1
$(0\bar{1}1):(\bar{1}01)$	—	50 39	50 43	1
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	—	65 7	65 7	1
$(1\bar{2}0):(0\bar{1}1)$	—	—	59 17	—
$(0\bar{1}1):(\bar{1}11)$	—	62 44	62 43	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}20)$	—	—	58 0	—
$(011):(1\bar{1}0)$	—	—	77 40	—
$(011):(1\bar{2}0)$	—	—	91 20	—
$(011):(\bar{1}01)$	—	—	62 34	—
$(\bar{1}01):(\bar{1}20)$	—	—	74 14	—
$(001):(1\bar{2}0)$	—	—	74 50	—
$(0\bar{1}1):(100)$	—	—	75 59	—

Fu preparato sciogliendo in etere allungato con alcool quantità equimolecolari dei componenti e lasciando spontaneamente evaporare la soluzione ottenuta. Analizzato dal Dott. R. Ciusa, assistente al laboratorio di Chimica generale della nostra Università, diede il seguente risultato:

Gr. 0,1960 di sostanza fornirono ccm. 16,5 d' azoto misurati a 28° e a 762 mm. di pressione

In 100 parti :

Trovato	Calcolato per $C_{19}\ H_{19}\ O_{10}\ N_3$
N 9, 26	9,35

Anche i cristalli di questo composto sono sempre alquanto allungati secondo l'asse [001].

Nella zona di facce parallele a quest' asse presentano le forme }100{, }010{, }$1\bar{1}0${ e }$1\bar{2}0${. Sono costantemente presenti le due prime di queste; le altre due che non sempre compariscono insieme, sono a faccie ristrette e rare a riscontrarsi, più rare ancora che le corrispondenti del composto descritte precedentemente.

La forma }100{ ha sempre faccie alquanto più estese che quelle di }010{.

I cristalli poi sono terminati in parte come mostra la figura 3 e in parte nel modo della figura 4.

Ossia alcuni presentano alle estremità dell' asse [001] facce subordinate di }$\bar{1}$11{ e di }$\bar{1}$01{ e facce predominanti egualmente estese di }001{ e di }0$\bar{1}$1{; altri presen-

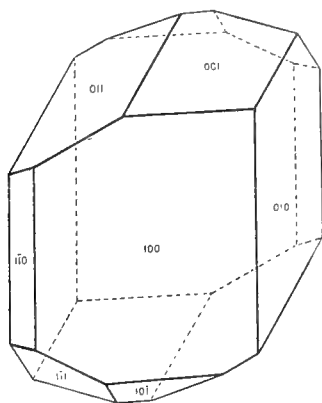



Fig. 3

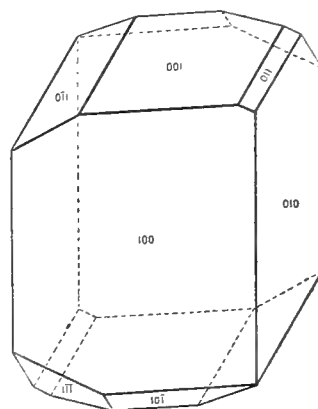



Fig. 4

tano molto ampie solo le facce di }001{ e subordinate quelle di }111{, }$\bar{1}$01{, }0$\bar{1}$1{ nonchè quelle di }011{, forma che compare sopra di essi.

Nei cristalli di questo composto si osserva una forma che non fu trovata sui cristalli dell' altro e precisamente la }011{. Ma le facce di questa forma non riflettono punto la luce perchè del tutto scabre. Se ne determinò il simbolo mediante le zone [010 : 001] e [100 : $\bar{1}$11].

Il composto ha un bel colore rosso scarlatto.

SUI VETTORI ELETTROMAGNETICI

NOTA

DEL

PROF. LUIGI DONATI

(letta nella Sessione del 17 Maggio 1908)

Questa nota porta lo stesso titolo di un' altra mia nota su argomento simile comunicata all'Accademia alcuni anni fa (*), che ha colla presente qualche punto a comune. Qui però la trattazione è sostanzialmente diversa, e risponde meglio all'intento proposto: di delineare una rappresentazione semplice che come strumento didattico si presti con facile evidenza al coordinamento dei fatti e delle relazioni fondamentali dell' elettromagnetismo, senza toccare le quistioni intime concernenti le basi delle diverse teorie (**).

I. - Schema generale

1. - Io mi valgo a tal fine di uno schema, adattabile tanto al campo elettrico quanto al campo magnetico, dove entra in gioco il solito sistema di due vettori associati che indicherò genericamente con $\mathbf{S}$ e $\mathbf{F}$; di cui il primo — che nel caso del campo elettrico

---

(*) Memorie della R. Accademia delle Scienze di Bologna, Serie V, Tomo IX.

(**) Per le notazioni e locuzioni e la spiegazione di certi passaggi cfr. mia memoria: *Sulle proprietà caratteristiche dei campi vettoriali.* Memorie della R. Accademia delle Scienze di Bologna, Serie V, Tomo VII.

In attesa di un prossimo accordo, che tutti desiderano, per l' unificazione delle notazioni vettoriali, io mi attengo al mio vecchio sistema, del quale, per comodo del lettore, ricorderò qui le particolarità più essenziali. Io indico con $|\mathbf{AB}|$ e con $\}\mathbf{AB}\{$ rispettivamente il prodotto *scalare* ed il prodotto *vettore* di due vettori $\mathbf{A}$ e $\mathbf{B}$; indico poi con ∇ il vettore simbolico le cui componenti corrispondono alle operazioni di derivazione parziale rispetto alle coordinate: onde, se φ è una funzione scalare, $\nabla\varphi$ ne rappresenta il *gradiente,* e se $\mathbf{A}$ è un vettore, $|\nabla\mathbf{A}|$ e $\}\nabla\mathbf{A}\{$ vengono a significarne rispettivamente la *divergenza* ed il *vorticale* o la *rotazione*; cioè $\nabla\varphi$, $|\nabla\mathbf{A}|$, $\}\nabla\mathbf{A}\{$ equivalgono ordinatamente a *grad* φ, *div* $\mathbf{A}$, *rot* $\mathbf{A}$. — Il tipo adottato per gli assi è quello pel quale, rispetto ad un osservatore che personifichi l' asse delle z e guardi nella direzione dell' asse delle x, l'asse delle y sia *a sinistra.* — Nelle formole dove entrano integrali di spazio, di superficie o lineari, $d\tau$ indica sempre l' elemento di volume, $d\sigma$ l' elemento di superficie e dl (oppure $d\mathbf{l}$, se si considera come vettore) l' elemento di linea.

corrisponde allo *spostamento* del Maxwell, e nel caso del campo magnetico corrisponde, a meno del fattore 4π, alla così detta *induzione magnetica* — è di sua natura sempre *solenoidale*, ed è inteso rappresentare una certa modificazione per cui lo stato del mezzo relativo al campo che si considera differisce dallo stato neutro; ed il secondo è inteso rappresentare la forza — forza *elettrica* o, rispettivamente, forza *magnetica* — occorrente a produrre e sorreggere la modificazione stessa contro la reazione antagonista del mezzo. Ciò che vi è di proprio nella mia rappresentazione dipende principalmente dal modo particolare con cui qui si fa la suddivisione sistematica di ciascuno dei due vettori, e sopra tutto del secondo, in due parti distinte.

Così $\mathbf{S}$ si riguarda come costituito in generale da due parti, che chiamerò $\bar{\mathbf{S}}$ e $\mathbf{D}$, l' una in continuazione dell' altra (o anche sovrapposte) e formanti insieme un complesso solenoidale, di cui la seconda, che dirò parte *reattiva*, è coordinata direttamente in ogni punto alla forza $\mathbf{F}$; mentre la prima non dipende attualmente e in via diretta da $\mathbf{F}$, sebbene, in virtù della solidarietà che il vincolo solenoidale stabilisce tra $\bar{\mathbf{S}}$ e $\mathbf{D}$, sia anch' essa in relazione colla distribuzione della medesima.

La dipendenza fra $\mathbf{D}$ e $\mathbf{F}$ consiste in generale in una corrispondenza lineare simmetrica equivalente a tre equazioni della forma

$$D_h = \Sigma_k\, a_{hk}\, F_k \; (h,\, k = 1,\, 2,\, 3)$$

mediante le quali le componenti di $\mathbf{D}$ si esprimono linearmente per quelle di $\mathbf{F}$, e dove le a_{hk} sono coefficienti dipendenti dalla natura del mezzo, che soddisfano alla relazione di simmetria $\alpha_{hk} = \alpha_{kh}$, e son tali inoltre che il prodotto scalare $|\mathbf{D}\,\mathbf{F}|$ risulti sempre positivo. Nel caso di mezzi isotropi essa si riduce ad una semplice relazione di proporzionalità

$$\mathbf{D} = \alpha\, \mathbf{F}$$

α essendo un coefficiente positivo dipendente dal mezzo — pel campo elettrico, $4\,\pi\,\alpha$ corrisponde alla *costante dielettrica*, e pel campo magnetico, alla *permeabilità*. — Si ammette poi che il semi-prodotto scalare $\frac{1}{2}|\mathbf{D}\,\mathbf{F}|$, che per quanto si è detto è sempre positivo, significhi l' energia per l' unità di volume accumulata nel mezzo per lo stato determinato da $\mathbf{D}$. Considerando un campo risultante dalla coesistenza di due $(\mathbf{S}, \mathbf{F})$ e $(\mathbf{S}', \mathbf{F}')$, si ha per l' energia unitaria complessiva

$$\frac{1}{2}|(\mathbf{D}+\mathbf{D}')(\mathbf{F}+\mathbf{F}')| = \frac{1}{2}|\mathbf{D}\,\mathbf{F}| + \frac{1}{2}|\mathbf{D}'\,\mathbf{F}'| + \frac{1}{2}|\mathbf{D}\,\mathbf{F}'| + \frac{1}{2}|\mathbf{D}'\,\mathbf{F}|,$$

dove i due primi termini rappresentano l' energia unitaria spettante ai due campi considerati separatamente, mentre gli altri due, che per il carattere simmetrico della corrispondenza fra $\mathbf{D}$ e $\mathbf{F}$ sono uguali fra loro, rappresentano insieme la parte dell' energia che dipende dalla coesistenza dei due campi, ossia l' energia *relativa* o *mutua*, la quale è dunque espressa anche da $|\mathbf{D}\mathbf{F}'|$ ovvero da $|\mathbf{D}'\,\mathbf{F}|$. Pei mezzi isotropi,

ponendo $\alpha \mathbf{F}$ per $\mathbf{D}$, l' energia propria e relativa per l' unità di volume vengono ad essere espresse da $\frac{1}{2} \alpha F^2$ e $\alpha |\mathbf{F F'}|$ rispettivamente.

La $\mathbf{F}$ alla sua volta — e ciò costituisce propriamente il tratto caratteristico di questa rappresentazione — si considera come risultante in generale di due parti ben distinte: una di *origine esterna* (sostentata a spese di energia esterna), che chiamerò *forza impressa* e indicherò con $\mathbf{f}$, ed una di *origine interna*, che indicherò con $\mathbf{T}$, il cui intervento *è conseguenza del vincolo solenoidale*, che determinando la propagazione delle modificazioni locali provocate da $\mathbf{f}$, esige, per vincere la reazione del mezzo, lo sviluppo della forza $\mathbf{T}$, che potremo chiamare *forza di rimando* e per la sua natura si riguarda qui come essenzialmente *lamellare*. La $\mathbf{T}$ ammette quindi sempre un *potenziale* (a un sol valore), che indicherò con φ (*).

La $\mathbf{S}$ invece pel suo carattere solenoidale si può far dipendere da un *potenziale vettore*, che chiamerò $\mathbf{W}$, aggiungendo la condizione $|\nabla \mathbf{W}| = o$ con che esso resta completamente definito.

Ad $\mathbf{S}$ e $\mathbf{F}$ come alle loro parti si attribuiscono i caratteri di continuità e regolarità in tutto lo spazio e dell' annullarsi all' infinito nel modo proprio delle corrispondenti quantità elettriche e magnetiche, trattando le eccezioni alla maniera solita come casi limiti, e così p. es. le eventuali superficie di discontinuità, come caso limite di sottili strati di passaggio.

Per un campo variabile col tempo, le variazioni di $\mathbf{S}$ portano poi a considerare in ciascun punto del campo la derivata $\frac{d\mathbf{S}}{dt}$, che sarà pure un vettore solenoidale, che indicheremo con $\mathbf{u}$, cui in senso figurativo si può dare genericamente il nome di *corrente*, e che si comporrà di due parti (corrispondenti a $\bar{\mathbf{S}}$ e $\mathbf{D}$) formanti insieme un complesso solenoidale.

2. - Se si riguardano come date le parti $\bar{\mathbf{S}}$ e $\mathbf{f}$ di $\mathbf{S}$ e $\mathbf{F}$, per mezzo di esse, tenendo conto delle assunzioni fatte e supponendo la conoscenza del valore dei coefficienti nella corrispondenza lineare fra $\mathbf{D}$ e $\mathbf{F}$, risultano determinati gli altri elementi.

(*) Ciò si può anche desumere da ragioni energetiche mediante una considerazione di minimo. Si osserva a tal uopo che l' energia totale rappresentata (per mezzi isotropi) dall' integrale $\frac{1}{2}\int \alpha F^2 d\tau$ esteso a tutto il campo si può intendere composta di tre parti, di cui la prima, $\frac{1}{2}\int \alpha \mathbf{f}^2 d\tau$, supposta data la $\mathbf{F}$, non è affetta da qualsivoglia variazione $\delta \mathbf{T}$ attribuita a $\mathbf{T}$, mentre per la seconda, $\int \alpha |\mathbf{f T}| d\tau$, la variazione è compensata dal contributo di lavoro per parte della $\mathbf{f}$, onde non va messa in conto. Resta quindi la terza, $\frac{1}{2}\int \alpha T^2 d\tau$; e se per questa si pone la condizione che essa *sia un minimo*, compatibilmente col vincolo solenoidale che qui si traduce nell' equazione $|\nabla . \alpha \delta \mathbf{T}| = o$ da verificarsi dalla $\delta \mathbf{T}$ in ogni punto del campo, si trova con metodi noti che ciò implica la dipendenza di $\mathbf{T}$ da un potenziale.

Si può vedere anzi che per la determinazione di $\mathbf{F}$, e quindi di $\mathbf{D}$ e dell'energia, basta che sia data la divergenza di $\overline{\mathbf{S}}$, il cui valore preso con segno cangiato indicherò con ρ, insieme col vorticale di $\mathbf{f}$, che si denoterà con $\mathbf{g}$. Infatti, riferendoci ai mezzi isotropi pei quali $\mathbf{D} = \alpha \mathbf{F}$, e avuto riguardo alle condizioni $|\nabla \mathbf{S}| = 0$, $\{\nabla \mathbf{T}\} = 0$, che portano rispettivamente $|\nabla \mathbf{D}| = -|\nabla \overline{\mathbf{S}}|$, $\{\nabla \mathbf{F}\} = \{\nabla \mathbf{f}\}$, avremo per la $\mathbf{F}$ le due equazioni *caratteristiche* :

$$|\nabla \alpha \mathbf{F}| = \rho \qquad\qquad \{\nabla \mathbf{F}\} = \mathbf{g}$$

che sono sufficienti — insieme colle condizioni generali di continuità, ecc., e supposta la conoscenza di α — a definirla completamente. La $\mathbf{F}$, come si vede, non dipende che dalla parte lamellare di $\overline{\mathbf{S}}$ e dalla parte solenoidale di $\mathbf{f}$: poichè la parte solenoidale di $\overline{\mathbf{S}}$, se esiste, costituisce un sistema chiuso senza influenza sul resto; e quanto ad un' eventuale parte lamellare di $\mathbf{f}$, essa viene compensata da una parte corrispondente della $\mathbf{T}$ che le si contrappone, per modo che la somma $\mathbf{f} + \mathbf{T}$, ossia la $\mathbf{F}$, non ne rimane affetta. Se ρ e $\mathbf{g}$ sono nulli dappertutto, si ha :

$$\mathbf{F} = 0, \ \mathbf{D} = 0, \ \mathbf{T} = -\mathbf{f}.$$

Meritano di essere considerati separatamente i due casi particolari : che sia nulla dappertutto la $\mathbf{g}$ e non la ρ, e viceversa che sia nulla dappertutto la ρ e non la $\mathbf{g}$; i quali danno luogo a due campi di carattere diverso, che dirò rispettivamente di *prima specie* e di *seconda specie*. Nei campi di prima specie la $\mathbf{f}$ o è nulla, o è anch' essa lamellare come la $\mathbf{T}$, onde la $\mathbf{F}$ sarà pure lamellare; e abbiamo quindi il tipo così detto *newtoniano* ; nei campi di seconda specie $\mathbf{D}$ viene ad essere per proprio conto solenoidale, e $\mathbf{F}$ comprende in generale le due parti, riducendosi alla sola $\mathbf{f}$ nel caso in cui questa sia solenoidale e si tratti inoltre di un mezzo omogeneo (α costante) nel qual caso la $\mathbf{T}$ si annulla : onde poi segue $\mathbf{D} = \alpha \mathbf{f}$. Le differenze fra i campi delle due specie appaiono segnatamente, come ora vedremo, nel loro comportamento energetico.

3. - Indicherò con P e Q rispettivamente l' energia totale *propria* di un campo $|\mathbf{S}, \mathbf{F}|$ e quella *relativa* dovuta alla coesistenza di due campi $|\mathbf{S}, \mathbf{F}|$ e $|\mathbf{S}' \mathbf{F}'|$, rappresentate rispettivamente dagli integrali (estesi a tutto lo spazio) :

$$P = \frac{1}{2} \int |\mathbf{D}\,\mathbf{F}|\, d\tau, \qquad Q = \int |\mathbf{D}'\,\mathbf{F}|\, d\tau = \int |\mathbf{D}\,\mathbf{F}'|\, d\tau$$

che per mezzi isotropi si traducono in

$$P = \frac{1}{2} \int \alpha\, F^2\, d\tau, \qquad Q = \int \alpha\, |\mathbf{F}\,\mathbf{F}'|\, d\tau.$$

Insieme con queste, i campi delle due specie predette ammettono per P e Q altre espressioni loro proprie.

Per i campi della 1ª specie essendo, come si è detto, la $\mathbf{F}$ lamellare e quindi

dipendente anch' essa da un potenziale che chiamerò χ (e che si riduce al potenziale φ della $\mathbf{T}$ nel caso di $\mathbf{f}=0$), l' integrale $\frac{1}{2}\int|\mathbf{DF}|\,d\tau$, ponendo $\mathbf{F}=-\nabla\chi$ e ricordando che $|\nabla\mathbf{D}|=\rho$, si trasforma al modo noto in $\frac{1}{2}\int\chi\rho\,d\tau$; che scriveremo più semplicemente $\frac{1}{2}\Sigma\chi q$ intendendo la somma in senso limite e con q rappresentando le quantità elementari $\rho\,d\tau$, che assumono il significato simbolico di *masse*. Avremo così

$$P=\frac{1}{2}\Sigma\chi q \quad \text{e analogamente} \quad Q=\Sigma\chi q'=\Sigma\chi' q$$

notando, quanto alle q, che per una qualunque ragione τ limitata da un contorno σ, la somma (algebrica) $\Sigma q=\int_\tau \rho\,d\tau$, in virtù della relazione $\rho=|\nabla\mathbf{D}|$, viene ad essere rappresentata da

$$\Sigma q=\int_\sigma D_n\,d\sigma, \qquad (n \text{ normale esterna})$$

equazione generale che serve ad esprimere le *masse* per mezzo del flusso di $\mathbf{D}$, e di cui la relazione anzidetta può riguardarsi come una specificazione per l' unità di volume.

Ove poi sia data direttamente la $\overline{\mathbf{S}}$, e si voglia farla intervenire invece della ρ, dalla relazione $\int|\mathbf{S}\,\mathbf{F}|\,d\tau=0$, che si ha per essere $\mathbf{S}$ solenoidale e $\mathbf{F}$ lamellare, ponendo $\overline{\mathbf{S}}+\mathbf{D}$ per $\mathbf{S}$, si ricava

$$P=-\frac{1}{2}\int|\overline{\mathbf{S}}\,\mathbf{F}|\,d\tau, \quad \text{e analogamente} \quad Q=-\int|\overline{\mathbf{S}}'\mathbf{F}|\,d\tau=-\int|\overline{\mathbf{S}}\,\mathbf{F}'|\,d\tau.$$

Per i campi della 2ª specie supponendo addirittura $\overline{\mathbf{S}}=0$ (n.° 2), l'integrale $\frac{1}{2}\int|\mathbf{D}\,\mathbf{F}|\,d\tau$, che allora equivale a $\frac{1}{2}\int|\mathbf{S}\,\mathbf{F}|\,d\tau$, si trasforma col solito processo in $\frac{1}{2}\int|\mathbf{Wg}|\,d\tau$ dove $\mathbf{W}$ e $\mathbf{g}$ hanno il significato detto di sopra. Anche questa espressione può ridursi a forma più semplice immaginando il campo diviso in filamenti rientranti costituiti dai tubi di $\mathbf{g}$, e per ciascuno di questi indicando con ξ il flusso elementare (costante lungo il tubo) e con Ψ il valore dell' integrale lineare $\int|\mathbf{W}\,d\mathbf{l}|$ preso lungo la linea chiusa l, asse del filamento, notando che tale integrale equivale a $\int_{\sigma_l} S_n\,d\sigma$ che rappresenta il flusso di $\mathbf{S}$ attraverso una superficie σ_l avente l per contorno, ossia il flusso di $\mathbf{S}$ abbracciato dal filamento che si considera. Avremo così in $\frac{1}{2}\Psi\xi$ il contributo dato da un filamento al valore dell' integrale: onde viene

$$P=\frac{1}{2}\Sigma\Psi\xi \qquad \text{e analogamente} \qquad Q=\Sigma\Psi\xi'=\Sigma\Psi'\xi.$$

Se poi si considera l' espressione dell' energia mutua per due campi appartenenti l' uno alla prima e l' altro alla seconda delle due specie predette nella doppia forma $\int |\mathbf{D}\,\mathbf{F}'|\,d\tau = \int |\mathbf{D}'\mathbf{F}|\,d\tau$, siccome in tal caso i due fattori del prodotto scalare sotto il segno, in uno dei due integrali equivalenti, sono uno lamellare e l' altro solenoidale, il valore dell' integrale risulta nullo. Onde si ha che *l' energia relativa per due campi di specie diversa è nulla;* e quindi, come conseguenza, che nel caso generale di un campo qualsivoglia, potendo questo considerarsi come risultante dalla sovrapposizione di un campo di prima specie ed uno di seconda specie, l' energia P corrisponderà semplicemente alla somma delle energie spettanti alle due parti di specie diversa separatamente prese.

4. - Alle precedenti espressioni di P corrispondono forme analoghe per la variazione δP dell' energia dipendente da una variazione qualunque del campo. Si avrà intanto dalla prima espressione generale

$$\delta P = \frac{1}{2}\int |\delta\mathbf{D}.\mathbf{F}|\,d\tau + \frac{1}{2}\int |\mathbf{D}.\delta\mathbf{F}|\,d\tau,$$

onde poi, procedendo come sopra, si viene per le espressioni semplificate di δP nel caso di campi della 1ª e della 2ª specie alle forme proprie rispettive

$$\delta P = \frac{1}{2}\,\Sigma\chi\delta q + \frac{1}{2}\,\Sigma q\delta\chi,$$

$$\delta P = \frac{1}{2}\,\Sigma\Psi\delta\xi + \frac{1}{2}\,\Sigma\xi\delta\Psi.$$

Espressioni corrispondenti si hanno per la variazione δQ dell' energia relativa di due campi. Tanto la prima forma generale, quanto le due forme proprie delle due specie di campi, valgono per qualsiasi variazione del campo. Se poi i punti del mezzo *sono in riposo* e la variazione del campo è dovuta solo al variare di $\bar{\mathbf{S}}$, $\mathbf{f}$; ρ, $\mathbf{g}$, allora si ha la relazione di reciprocità $\int |\delta\mathbf{D}.\mathbf{F}|\,d\tau = \int |\mathbf{D}.\delta\mathbf{F}|\,d\tau$: onde i due termini di tutte queste espressioni risultano uguali, e δP può essere anche rappresentato da un termine solo corrispondente al doppio di ciascuno di essi.

Qui però voglio invece considerare in particolare il caso opposto, cioè che le variazioni del campo siano dovute solo al movimento del mezzo, e cercare la relazione fra la corrispondente variazione δP dell' energia ed il lavoro meccanico o ponderale, che risulta essenzialmente diversa per i campi delle due specie.

Partendo dall' equazione generale desunta dal principio dell' energia

$$\bar{\delta}\Lambda = \delta P + \bar{\delta}L,$$

dove $\bar{\delta}\Lambda$ rappresenta il contributo che il campo riceve dall'esterno in forma non meccanica e $\bar{\delta}L$ il lavoro ponderale prodotto (la linea sovrapposta in $\bar{\delta}$ servendo a distinguere questo, che sta come semplice segno di quantità elementare, dal δ solito che è simbolo

di variazione), osserviamo che per campi della 1ª specie nel caso considerato $\overline{\delta}\Lambda = 0$, e quindi si ha semplicemente

$$\overline{\delta}L = -\delta P.$$

Pei campi della 2ª specie invece si ha da mettere in conto il lavoro $\overline{\delta}\Lambda$ delle $\mathbf{f}$ dato da $\overline{\delta}\Lambda = \int |\mathbf{f}\delta\mathbf{S}| d\tau$. Ora trasformando come sopra l'integrale $\int |\mathbf{f}\delta\mathbf{S}| d\tau$, si ottiene

$$\overline{\delta}\Lambda = \Sigma\xi\delta\Psi,$$

e dal confronto con la corrispondente espressione di δP, *supponendo che le ξ non variino per effetto del movimento,* risulta $\overline{\delta}\Lambda = 2\delta P$; e ponendo questo valore nella predetta equazione generale, si ottiene

$$\overline{\delta}L = \delta P$$

Onde si vede che mentre pei campi della 1ª specie il lavoro ponderale corrisponde alla diminuzione dell'energia, per quelli della 2ª specie, nelle condizioni supposte, esso viene a corrispondere invece all'aumento. Ponendo per δP il suo valore, si ha poi in tal caso l'espressione di $\overline{\delta}L$ nella forma

$$\overline{\delta}L = \frac{1}{2}\Sigma\xi\delta\Psi.$$

Qui le $\delta\Psi$ rappresentano la variazione determinata dal movimento nei flussi Ψ abbracciati dalle singole linee l, variazione che comprende due parti : quella determinata dal movimento delle linee l rispetto al campo considerato come fisso, che indicheremo con $\delta_t\Psi$; e quella determinata per ciascuna linea l supposta fissa dalla variazione della distribuzione di $\mathbf{S}$ che ha pur luogo per effetto del movimento. E si dimostra facilmente che le due parti danno lo stesso contributo per $\overline{\delta}L$, così che si ha anche

$$\overline{\delta}L = \Sigma\xi\delta_t\Psi,$$

che si può tradurre dicendo che il lavoro è rappresentato semplicemente dalla somma dei prodotti dei flussi ξ, relativi ai filamenti $\mathbf{g}$, per i *numeri $\delta_t\Psi$ di linee $\mathbf{S}$ tagliate dalle singole l nel loro movimento.*

Sotto questa forma la proposizione è suscettiva di estensione, e vale in generale per il caso del movimento di un campo di 2ª specie $(\mathbf{S}, \mathbf{F})$ rispetto ad un altro campo *qualsiasi* $(\mathbf{S}', \mathbf{F}')$ (che naturalmente può anch'essere lo stesso $(\mathbf{S}, \mathbf{F})$, ricadendo così nel caso di prima), per cui si ha similmente

$$\overline{\delta}L = \Sigma\xi\delta_t\Psi'$$

dove le $\delta_t\Psi'$ rappresentano i numeri delle linee $\mathbf{S}'$ tagliate nel movimento dalle linee l relative al primo campo.

Infatti se $(\mathbf{S}', \mathbf{F})$ è anch'esso di 2ª specie, si ha ragionando come sopra in base

all' equazione desunta dal principio dell' energia che qui prende la forma

$$\overline{\delta}\Lambda = \delta Q + \overline{\delta} L,$$

dove ora $\delta Q = \Sigma\xi\,\delta\Psi'$, e $\overline{\delta}\Lambda$ (corrispondente alla somma dei lavori delle $\mathbf{f}$ e delle $\mathbf{f}'$) si traduce in $\Sigma\xi\,\delta\Psi' + \Sigma\xi'\,\delta\Psi = 2\delta Q$, si ha $\overline{\delta}L = \delta Q = \Sigma\xi\delta\Psi'$, dove $\delta\Psi'$ equivale a $\delta_t\Psi'$. Se invece il campo $(\mathbf{S}'\mathbf{F}')$ è di 1ª specie, essendo allora $\delta Q = 0$ e $\overline{\delta}\Lambda$ riducendosi a $\Sigma\xi\delta\Psi$, si giunge pure allo stesso risultato. E se infine $(\mathbf{S}', \mathbf{F}')$ è un campo qualsivoglia, potendo questo ridursi alla sovrapposizione di un campo di 1ª ed uno di 2ª specie, per ciascuno dei quali separatamente preso vale, come si è visto, la relazione, ne segue che essa sussiste anche per il complesso, ed è quindi valevole in generale.

Essa poi dimostra che le azioni ponderali che un campo di 2ª specie $(\mathbf{S}, \mathbf{F})$ subisce in un campo generico $(\mathbf{S}', \mathbf{F}')$, consistono in forze esercitate da quest' ultimo sui filamenti $\mathbf{g}$ del primo, forze di cui è facile, in base alla relazione stessa, stabilire la legge elementare. Se infatti riferendoci ad un qualunque spostamento infinitesimo $\mathbf{a}$ degli elementi lineari $d\mathbf{l}$ di una linea l relativa a un filamento, si calcola la parte corrispondente del lavoro $\overline{\delta}L$, notando che per ciascun $d\mathbf{l}$ si ha il valore di $\delta_t\Psi'$ rappresentato da $|\{\mathbf{a}\cdot d\mathbf{l}\}\mathbf{S}'| = |\{d\mathbf{l}\cdot\mathbf{S}'\}\mathbf{a}|$, si trova $\xi\delta_t\Psi' = |\xi\{d\mathbf{l}\cdot\mathbf{S}'\}\mathbf{a}|$: onde risulta senz' altro l' espressione della forza esercitata sull' elemento nella forma

$$\xi\{d\mathbf{l}\cdot\mathbf{S}'\}.$$

II. - Campo elettrico

5. - Il vettore $\mathbf{S}$ qui corrisponde, come già si disse, allo *spostamento* del Maxwell, illustrato dalla nota immagine del dislocamento di un fluido incompressibile. La parte non reattiva $\overline{\mathbf{S}}$ corrisponde allo spostamento *conduttivo* (o *convettivo*) cui si intende dovuta in origine ogni elettrizzazione, e che determina nel mezzo dielettrico un corrispondente spostamento reattivo $\mathbf{D}$ per modo che i due si completano in un sistema solenoidale o circuitale. Lo spostamento conduttivo — prescindendo da resistenze *passive* del genere dell'attrito che si sviluppano all' atto in cui avviene e poi cessano — non incontra opposizione diretta nel mezzo; mentre lo spostamento reattivo provoca delle azioni antagoniste comparabili a reazioni elastiche, talchè esso esige l'intervento di una forza (corrispondente alla $\mathbf{F}$) che indicherò con $\mathbf{E}$, cui si contrappone lo stato di tensione che si trasmette in tutto il mezzo dielettrico insieme con lo spostamento stesso. Ne risulta una correlazione fra $\mathbf{D}$ ed $\mathbf{E}$ (n.° 1) che pei mezzi isotropi si riduce a

$$\mathbf{D} = \frac{\varepsilon}{4\pi}\mathbf{E} \qquad (\varepsilon = 4\pi\alpha)$$

ε denotando la costante dielettrica. Il semiprodotto scalare $\frac{1}{2}|\mathbf{DE}|$, pei mezzi isotropi $\frac{\varepsilon}{8\pi}E^2$, viene a significare l' energia per l'unità di volume, mentre $|\mathbf{DE}'|$ ovvero $|\mathbf{D}'\mathbf{E}|$,

pei mezzi isotropi $\frac{\varepsilon}{4\pi}|\mathbf{EE}'|$, rappresenta analogamente l'energia relativa dipendente dalla coesistenza di due campi.

La forza elettrica $\mathbf{E}$ si compone, giusta lo schema generale, delle due parti corrispondenti alla forza impressa $\mathbf{f}$ ed alla forza interna di rimando $\mathbf{T}$. Nella prima, in base ai dati di osservazione, si debbono comprendere sia le azioni di origine *voltaica*, *termoelettrica*, ecc., sia quella di origine *induttiva* subordinate alla coesistenza di un campo magnetico in condizioni variabili; mentre la seconda è in relazione colla distribuzione del *potenziale elettrico* di cui l' immagine predetta ci dà una rappresentazione molto semplice per mezzo della *pressione* sviluppata in seno al fluido. Il vincolo solenoidale che collega fra loro lo spostamento conduttivo (o convettivo) e lo spostamento reattivo fa sì che su questo, mediante la $\mathbf{T}$, cioè mediante la distribuzione del potenziale, si ripercuote l'azione (attuale o anteriore) delle cause cui è dovuto il primo: del quale, dopo che è avvenuto, non resta che l' effetto rappresentato da un lato dalle *cariche* ricevute dai corpi, e d' altro lato dallo spostamento reattivo $\mathbf{D}$ e dalla corrispondente distribuzione della forza elettrica.

Le cariche ricevute per l' unità di volume, corrispondenti a ciò che al num. 2 si è indicato con ρ, sono rappresentate dalla divergenza dello spostamento conduttivo (o convettivo) $\overline{\mathbf{S}}$ presa con segno cangiato, e quindi, in virtù del vincolo solenoidale, anche da $|\nabla\mathbf{D}|$; e, per una qualunque regione del campo, le cariche stesse (Σq) sono rappresentate dal flusso di $\overline{\mathbf{S}}$ penetrato in essa attraverso la superficie che la limita, e corrispondentemente anche dal flusso $\int D_n d\sigma$ uscente dalla superficie medesima giusta l'equazione data al num. 3. La quale riferendoci ai mezzi isotropi e denotando qui con e la somma algebrica delle *masse elettriche* o delle cariche contenute nella regione considerata $(e = \Sigma q)$ e introducendo la costante dielettrica, prende la forma

$$\int \varepsilon E_n d\sigma = 4\pi e\,;$$

e viene ad esprimere il noto teorema di Gauss, che è come il punto d' incontro fra l' antica teoria classica che muove dal concetto dell' azione a distanza secondo la legge di Coulomb, e le idee più moderne che fanno intervenire l' azione del mezzo.

Abbiamo così l' applicazione e l' illustrazione di ciò che si è detto per lo schema generico, con questo di speciale: che qui per un sistema già costituito e considerato allo stato attuale, $\overline{\mathbf{S}}$ è oggettivamente indeterminato, all'infuori della sua divergenza, e solo se ne può assegnare il valore risalendo mentalmente al processo di formazione.

6. - ***Elettrostatica.*** Alle altre relazioni generali qui si aggiunge la condizione $\mathbf{E} = 0$ per le regioni occupate dai conduttori, la quale porta $\mathbf{D} = 0$, $\rho = 0$: onde le cariche non possono esistere che sulla superficie, dove per ogni elemento $d\sigma$ si ha una carica elementare $q = D_n d\sigma$. Non potendo esservi in condizioni statiche le $\mathbf{f}$ di origine induttiva, la $\mathbf{E}$ si riduce alla $\mathbf{T}$ lamellare ed alle eventuali forze impresse di origine voltaica, termoelettrica, ecc Prescindendo anche da queste, come si fa d' ordinario, resta $\mathbf{E} = \mathbf{T} = -\Delta p$, ed il campo si riduce a un campo di 1ª specie

(num. 2); e come tale è pienamente determinato per mezzo della distribuzione delle cariche, qualunque ne sia stata l'origine. Ciò rientra nello schema generale; ma vi sono delle particolarità attinenti ai conduttori.

Così dall'essere in questi $\mathbf{D} = 0$, segue che nell'espressione dell'energia il loro interno non porta alcun contributo, sì che il relativo integrale si può intendere esteso solo allo spazio esterno, rispetto al quale il sistema delle superficie dei conduttori viene a far parte del contorno. Perciò nell'espressione trasformata vi sarà da aggiungere. per ciascun conduttore, un termine rappresentato dall'integrale $\frac{1}{2}\int \varphi D_n d\sigma$ esteso alla superficie del conduttore stesso, che per essere φ costante sulla detta superficie, si riduce a $\frac{1}{2}\lambda e$, denotando con λ il valor costante di φ e con e il valore di $\int D_n d\sigma$ che dà la carica totale del conduttore: onde viene (per un campo completo)

$$\frac{1}{2}\int |\mathbf{DE}|\, d\tau = \frac{1}{2}\int \varphi\rho\, d\tau + \frac{1}{2}\Sigma\lambda e,$$

dove l'integrale che costituisce il primo termine del secondo membro, e al quale come sopra (num. 3) si potrebbe sostituire l'espressione semplificata $\frac{1}{2}\Sigma\varphi q$, si riferisce a tutto lo spazio esterno ai conduttori, mentre la somma successiva $\frac{1}{2}\Sigma\lambda e$ comprende tanti termini quanti sono i conduttori distinti.

Da quest'ultima equazione si deduce intanto che pel caso di un campo completo, se $\rho = 0$ dappertutto e se per ciascuno dei conduttori si ha $\lambda = 0$ oppure $e = 0$, dovendo annullarsi l'integrale del primo membro, il che per essere $|\mathbf{DE}|$ essenzialmente positivo non può accadere che a condizione che sia $\mathbf{E} = 0$ in tutti i punti, il campo risulta necessariamente nullo. Onde poi si deduce col solito ragionamento per differenza che un campo completo è pienamente determinato ove sia data la distribuzione dei valori di ρ fuori dei conduttori, e per ciascuno di questi sia dato il valore del potenziale o della carica.

Che se, invece di un campo completo, si avesse a considerare una qualunque porzione del medesimo. nel qual caso al 2° membro dell'equazione sarebbe da aggiungere l'integrale $\frac{1}{2}\int \varphi D_n d\sigma$ relativo al contorno σ che la limita, si vede ragionando allo stesso modo che ai dati precedenti converrebbe aggiungere i valori di φ o quelli di D_n sopra σ, o i valori di φ per una parte di σ e quelli di D_n per il resto.

Fondandosi su tali considerazioni, la trattazione dei problemi dell'elettrostatica si può ricondurre ai metodi classici. Quanto al calcolo delle azioni ponderali, esso si può fondare sull'equazione $\delta L = -\delta P$ che dà il lavoro ponderale per un qualsiasi movimento mediante la corrispondente variazione dell'energia presa negativamente. Così da un lato si arriva agli stessi risultati che si hanno riferendosi all'azione a distanza

secondo la legge di **Coulomb**; mentre d' altro lato le azioni stesse possono farsi dipendere da un sistema di tensioni e pressioni distribuite nel campo.

Senza insistere più oltre su questo caso, aggiungerò invece qualche considerazione per il caso in cui vi sia da tener conto delle forze $\mathbf{f}$ di origine voltaica, ecc., di cui l' osservazione dimostra l' esistenza in seno ai conduttori ove manca l' omogeneità.

Intanto, perchè l' equilibrio sia possibile, occorre che $\int |\mathbf{f}d\mathbf{l}|$, per ogni linea chiusa che corra per intero in seno ai conduttori, sia nullo; come risulta senz' altro dall' essere quivi $\mathbf{E} = \mathbf{f} + \mathbf{T} = 0$, e quindi $\mathbf{f} = -\mathbf{T}$. Ne segue ancora che l' integrale $\int_a^b |\mathbf{f}d\mathbf{l}|$ per qualunque linea che (in seno a conduttori) porti da un punto a a un punto b, il quale rappresenta la così detta *forza elettromotrice* esistente lungo la detta linea, viene ad essere uguale alla differenza $\varphi_b - \varphi_a$ dei valori di φ nei punti estremi: onde la misura di *f. e. m.* viene ricondotta a quella di differenze di potenziale.

Quando, come accade d' ordinario, le sedi delle $\mathbf{f}$ si riducano a strati sottili di passaggio fra parti di conduttore separatamente omogenee e l' integrale $\int_a^b |\mathbf{f}d\mathbf{l}|$ abbia lo stesso valore per tutte le linee che attraverso lo strato conducono da un punto a appartenente alla prima a un punto b preso nella seconda, allora si ha quel che si dice una *superficie elettromotrice*, e φ_a e φ_b sono costanti dalle due parti separate dalla medesima. In questo caso si può ancora, come sopra, sostituire nell' espressione trasformata dell' energia alla parte relativa alla superficie dei conduttori la somma $\frac{1}{2} \Sigma \lambda e$ (il che non sarebbe più permesso in generale perchè, per l'esistenza delle $\mathbf{f}$, φ non è più costante in generale sui singoli conduttori) dove ora la somma comprende tanti termini quanti sono i conduttori e le parti di conduttore separate dalle superficie elettromotrici.

Riferendoci per semplicità a quest' ultimo caso, e supponendo inoltre che non vi sia alcuna distribuzione di cariche fuori dei conduttori, sì che l' espressione dell' energia P si riduca alla predetta somma $\frac{1}{2} \Sigma \lambda e$, consideriamo la sua variazione δP corrispondente al passaggio dallo stato attuale ad uno stato di equilibrio infinitamente vicino. Essa si può porre sotto la forma

$$\delta P = \delta_1 P + \delta_2 P \quad \text{con} \quad \delta_1 P = \frac{1}{2} \Sigma \lambda \delta e \ , \ \delta_2 P = \frac{1}{2} \Sigma e \delta \lambda .$$

A questa si accompagna un lavoro $\overline{\delta}\Lambda$ per parte delle $\mathbf{f}$, rappresentato da ciò che diviene l' espressione generale data dall' integrale $\int |\mathbf{f}\delta\mathbf{S}| d\tau$ da estendersi qui allo spazio occupato dai conduttori (dove $\delta\mathbf{S} = \delta\overline{\mathbf{S}}$, $\mathbf{f} = -\mathbf{T} = \nabla\varphi$), che trasformando al modo solito con riguardo al significato di $\delta\overline{\mathbf{S}}$, si traduce in

$$\overline{\delta}\Lambda = \Sigma \lambda \delta e = 2\delta_1 P .$$

Se vi ha anche movimento e produzione di lavoro ponderale $\bar{\delta}L$, si avrà applicando la equazione $\bar{\delta}\Lambda = \delta P + \bar{\delta}L$ del num. 4:

$$\bar{\delta}L = \delta_1 P - \delta_2 P.$$

Da queste relazioni risulta in particolare che: 1) se non vi è movimento ($\bar{\delta}L = 0$) si ha $\delta_1 P = \delta_2 P = \frac{1}{2}\delta P$ (legge di reciprocità); 2) se è nulla $\bar{\delta}\Lambda$ e quindi $\delta_1 P$, il che accadrà ad ogni modo quando non esistano le $\mathbf{f}$, il lavoro $\bar{\delta}L$ corrisponde alla *diminuzione* di energia, rappresentata allora da $-\delta_2 P$; 3) se invece è nulla $\delta_2 P$, come p. es. se sono nulle tutte le $\delta\lambda$ (trasformazione a potenziale costante), si ha $\bar{\delta}L = \delta_1 P$, cioè il lavoro corrisponde all' *aumento* di energia.

Un altro esempio di produzione di lavoro ponderale accompagnata da aumento di energia si era già visto nello schema generale parlando di campi della 2ª specie (num. 4), e avremo occasione di richiamarlo fra poco a proposito dei campi magnetici. Qui il caso è diverso, ma la causa che influisce sulle relazioni fra $\bar{\delta}L$ e δP è sempre la stessa, cioè l' intervento del contributo $\bar{\delta}\Lambda$ dovuto alle forze impresse $\mathbf{f}$.

7. - ***Elettricità in corrente.*** Quando non vi è equilibrio statico vi ha produzione di *correnti*. Ciò accade in particolare ogni volta che in seno ai conduttori vien meno la condizione $\mathbf{E} = 0$, senza la quale l' equilibrio statico non è possibile.

La corrente elettrica *totale* $\mathbf{u}$ definita (num. 1) da $\frac{d\mathbf{S}}{dt}$ viene, come $\mathbf{S}$, a comporsi in generale di due parti:

$$\mathbf{u} = \mathbf{c} + \frac{d\mathbf{D}}{dt}$$

dove $\mathbf{c}$ rappresenta la corrente *conduttiva* (o *convettiva*) e $\frac{d\mathbf{D}}{dt}$ la corrente *di spostamento*. Anche $\mathbf{c}$ corrisponde formalmente a $\frac{d\bar{\mathbf{S}}}{dt}$, ma per l' indeterminatezza di $\bar{\mathbf{S}}$ (num. 5) conviene meglio riferirsi direttamente alla stessa $\mathbf{c}$ che ha in ogni istante un attuale significato oggettivo.

Essendo $\mathbf{u}$ solenoidale come $\mathbf{S}$, le correnti totali sono sempre *chiuse*. Quanto alle parti $\mathbf{c}$ e $\frac{d\mathbf{D}}{dt}$, esse possono essere separatamente chiuse o completarsi reciprocamente in un sistema chiuso. Le $\mathbf{c}$ possono allo stato di correnti chiuse essere temporarie o permanenti, mentre le correnti di spostamento di lor natura non possono essere permanenti. Quando $\mathbf{c}$ e $\frac{d\mathbf{D}}{dt}$ sono separatamente aperte, si ha per ogni superficie chiusa

$$\int c_n \, d\sigma = -\frac{d}{dt}\int D_n \, d\sigma = -\frac{de}{dt}$$

cui corrisponde l' equazione differenziale $|\Delta \mathbf{c}| = -\frac{d\rho}{dt}$ (equazione di continuità).

Colle correnti conduttive entra in gioco una nuova forza da aggiungersi alle $\mathbf{f}$, cioè una specie di *resistenza passiva*, comparabile ad attrito, che si sviluppa in opposizione alle correnti stesse fino a bilanciare la $\mathbf{E}$, determinando uno stato di equilibrio dinamico. Pei conduttori isotropi questa nuova forza (che consideriamo a parte, riservando il segno $\mathbf{f}$ per le altre forze impresse) è rappresentabile con $-\gamma\mathbf{c}$, dove γ è un coefficiente positivo dipendente dalla natura del conduttore (resistenza specifica). Essa si contrappone ad $\mathbf{E}$ per modo che in ogni parte del conduttore si abbia

$$-\gamma\mathbf{c}+\mathbf{E}=0 \quad \text{ossia} \quad \gamma\mathbf{c}=\mathbf{E}.$$

Il suo lavoro, preso con segno cangiato e riferito all' unità di tempo, che per una qualunque regione τ verrà dato dall' integrale $\int_\tau |\gamma\mathbf{c}\cdot\mathbf{c}|\,d\tau = \int_\tau \gamma c^2 d\tau$, rappresenta la potenza consumata contro la resistenza, che si traduce in calore (effetto Joule) e che, ponendo $\mathbf{E}$ al posto di $\gamma\mathbf{c}$, sarà pure espressa da $\int_\tau |\mathbf{E}\mathbf{c}|\,d\tau$, colle altre due forme equivalenti

$$\int_\tau |\mathbf{f}\mathbf{c}|\,d\tau + \int_\tau |\mathbf{T}\mathbf{c}|\,d\tau \quad , \quad \int_\tau |\mathbf{E}\mathbf{u}|\,d\tau - \frac{dP_\tau}{dt}$$

che ne derivano ponendo una volta $\mathbf{f}+\mathbf{T}$ per $\mathbf{E}$, ed una volta $\mathbf{u}-\dfrac{d\mathbf{D}}{dt}$ per $\mathbf{c}$, e indicando con P_τ l' energia per la parte che spetta alla regione τ. Per un campo completo $\int_\tau |\mathbf{E}\mathbf{u}|\,d\tau$ si riduce a $\int |\mathbf{f}\mathbf{u}|\,d\tau$, e l'ultima espressione diviene $\int |\mathbf{f}\mathbf{u}|\,d\tau - \dfrac{dP}{dt}$. Tutto ciò ha un significato energetico evidente.

Allo *stato permanente*, essendo $\dfrac{d\mathbf{D}}{dt}=0$, le correnti si riducono alle $\mathbf{c}$ che debbono di per sè essere chiuse. In questo caso la distribuzione delle $\mathbf{c}$, per un sistema completo ($c_n=0$ sul contorno), è pienamente determinata quando, oltre al valore di γ in tutte le parti dei conduttori, sia assegnato il valore di $K=\int|\mathbf{f}d\mathbf{l}|$ (forza elettromotrice) per qualunque linea chiusa tracciata per intero in seno ai conduttori. La proposizione si riconduce all' altra: che, quando per qualunque linea chiusa come sopra sia $K=0$, $\mathbf{c}$ è necessariamente nulla in tutti i punti: e questa si dimostra subito in base all' equazione $\int\gamma c^2 d\tau = \int|\mathbf{E}\mathbf{c}|\,d\tau$ applicata a tutto il campo, trasformandone il secondo membro mediante decomposizione del campo in filamenti rientranti secondo i tubi di $\mathbf{c}$. Detto i il flusso elementare di $\mathbf{c}$, costante per ciascun filamento, ne viene $\int\gamma c^2 d\tau = \Sigma Ki$, dove le K rappresentano i valori di $\int|\mathbf{E}d\mathbf{l}|$, che per essere $\mathbf{T}$ lamellare si riducono a $\int|\mathbf{f}d\mathbf{l}|$, per le linee chiuse corrispondenti ai singoli filamenti: onde se le K si suppongono tutte nulle, ne segue $\int\gamma c^2 d\tau=0$, e quindi $c=0$ in tutti i punti.

Per uno di questi filamenti prendendo un tratto elementare, dalla equazione $\gamma\mathbf{c}=\mathbf{E}=\mathbf{T}+\mathbf{f}$ si ricava $\gamma|\mathbf{c}d\mathbf{l}|=|\mathbf{T}d\mathbf{l}|+|\mathbf{f}d\mathbf{l}|$, da cui ponendo per $\gamma|\mathbf{c}d\mathbf{l}|$ l'equi-

valente $\gamma c dl = i\gamma \frac{dl}{d\sigma}, = idr$, dove $dr = \gamma \frac{dl}{d\sigma}$ rappresenta la *resistenza* del tratto considerato, viene

$$idr = |\mathbf{T}d\mathbf{l}| + |\mathbf{f}d\mathbf{l}|,$$

onde integrando fra due punti a e b risulta

$$r_{ab}i = \varphi_a - \varphi_b + K_{ab},$$

r_{ab} denotando la resistenza della porzione di filamento compresa fra a e b, e

$$K_{ab} = \int_a^b |\mathbf{f}d\mathbf{l}|$$

la forza elettromotrice complessiva agente eventualmente in quel tratto.

Questa costituisce la nota espressione della legge di Ohm valevole per qualsiasi porzione di circuito filiforme; la quale — in unione con la condizione solenoidale, che (oltre alla costanza di i lungo il corso di uno stesso filo) porta che si abbia $\Sigma i = 0$ nel punto di concorso di più fili — fornisce gli elementi per il calcolo della distribuzione delle correnti per qualunque rete di conduttori filiformi. Essa in particolare mostra nel modo più chiaro l' ufficio della distribuzione del potenziale nel circuito quale mezzo di rimando dell' azione locale delle *f. e. m.*, tenendo presente che il 1° membro $r_{ab}i$ rappresenta l' azione antagonista della resistenza (*contro-forza elettromotrice*) nel tratto considerato. Dalla stessa equazione moltiplicando per i, viene

$$r_{ab}i^2 = (\varphi_a - \varphi_b)\, i + K_{ab}\, i$$

dove il 1° membro rappresenta la potenza consumata contro la resistenza che si traduce in calore (effetto Joule), alla cui produzione concorrono in generale le due parti significate dai due termini del 2° membro, cioè la potenza $K_{ab}\, i$ erogata a mezzo delle *f. e. m.* aventi sede nel tratto considerato (sostentate da somministrazioni di energia esterna) e la potenza $(\varphi_a - \varphi_b)i$ trasmessa dal resto del circuito mediante la distribuzione del potenziale. L' una o l' altra di queste parti può, secondo i casi, essere negativa, ma non l' una e l' altra insieme, dovendo la somma risultare uguale al 1° membro e quindi positiva. Per un circuito completo sparisce la parte dipendente dalla distribuzione del potenziale, e le equazioni si riducono a $ri = K$, $ri^2 = Ki$, r e K riferendosi allora a tutto il circuito.

III. - Campo magnetico

8. - Al posto di $\mathbf{F}$ viene ora la forza magnetica $\mathbf{M}$, ed $\mathbf{S}$ viene a corrispondere a quella che io chiamo *polarizzazione magnetica assoluta*, costituita in generale da una parte non reattiva, corrispondente alla magnetizzazione *fissa* o *rimanente* che indicherò con $\mathbf{m}_o$ ($\mathbf{m}_o \equiv \bar{\mathbf{S}}$), ed una parte reattiva $\mathbf{D}$ legata ad $\mathbf{M}$ dalla solita correlazione lineare (n.° 1), che per mezzi isotropi si traduce in $\mathbf{D} = \frac{\mu \mathbf{M}}{4\pi}$, μ denotando la *per-*

meabilità ($\mu \equiv 4\pi\alpha$) (*). La polarizzazione assoluta differisce dalla polarizzazione magnetica $\mathbf{m}$ intesa nel senso ordinario (intensità di magnetizzazione) in quanto quest'ultima rappresenta la polarizzazione *relativa*, cioè la differenza fra la polarizzazione assoluta e quella che collo stesso valore di $\mathbf{M}$ si avrebbe nel *mezzo normale* $|\mu = 1|$, avendosi $\mathbf{S} = \frac{\mathbf{M}}{4\pi} + \mathbf{m}$, dove poi $\mathbf{m}$ comprende la parte *fissa* $\mathbf{m}_o$ e la parte indotta $\frac{\mu - 1}{4\pi}\mathbf{M}$.

Si vede che $4\pi\mathbf{S}$ ($= \mathbf{M} + 4\pi\mathbf{m} = \mu\mathbf{M} + 4\pi\mathbf{m}_o$) coincide con la così detta *induzione magnetica* che indicherò con $\mathbf{G}$, mentre $4\pi\mathbf{D}$ ($= \mu\mathbf{M}$) corrisponde a quella che, impropriamente, suole spesso chiamarsi pure induzione magnetica prescindendo da $\mathbf{m}_o$, e che indicherò con $\mathbf{B}$.

La forza $\mathbf{M}$ consta in generale, conforme al nostro schema, di una parte impressa $\mathbf{f}$ e di una parte interna $\mathbf{T}$: e la $\mathbf{f}$ — non esistendo qui (o almeno non conoscendosi) il corrispondente delle *f. e. m.* voltaiche, termoelettriche, ecc. che si hanno pel campo elettrico — si riduce alla forza collegata colla presenza di correnti elettriche (fatto di Oersted).

La distinzione delle due parti della polarizzazione assoluta, rappresentata in ciò che segue da $\frac{\mathbf{G}}{4\pi}$, è analoga a quella fatta per lo spostamento elettrico. Se non che mentre per le parti reattive la similitudine è perfetta, per le altre parti invece si trova una differenza dipendente dal fatto che pel magnetismo non vi ha nulla che corrisponda ai conduttori di elettricità, e quindi non esistono *vere cariche magnetiche* corrispondenti alle cariche elettriche (la produzione di cariche elettriche separate implicando un processo di conduzione), e la distribuzione delle *masse* magnetiche q non è che apparente. Nella nostra rappresentazione la differenza si esplica in ciò che mentre nel caso dell' elettricità non resta dello spostamento $\overline{\mathbf{S}}$, dopo che esso è avvenuto, che il risultato delle cariche prodotte in un col corrispondente spostamento reattivo, nel caso del magnetismo la polarizzazione fissa $\mathbf{m}_o$ persiste invece come tale e non differisce dalla polarizzazione reattiva se non in quanto questa non può sussistere senza la forza $\mathbf{M}$, mentre la prima una volta prodotta, per qualsiasi causa, si mantiene da sè (comparabile in questo ad una deformazione permanente subìta da un corpo elastico), e in virtù del vincolo solenoidale concorre per mezzo della $\mathbf{T}$ a sorreggere l' altra. Ma le accennate differenze non tolgono, come si è visto, l' applicabilità dello schema generale al campo elettrico (restando solo indeterminata la $\overline{\mathbf{S}}$, all' infuori del $|\nabla\overline{\mathbf{S}}|$, ecc. ossia delle *cariche*), mentre esso è direttamente applicabile con tutte le particolarità al campo magnetico.

9. - *Campi magnetostatici e campi amperiani*. Campo *magnetostatico* è quello dovuto semplicemente a calamite permanenti, senza concorso di correnti elettriche: onde mancano al tutto le $\mathbf{f}$, e la $\mathbf{M}$ si riduce alla $\mathbf{T}$ lamellare definita (oltre che

(*) Qui si prescinde da quelle circostanze (saturazione magnetica, isteresi, ecc.) che complicano i fenomeni nelle così dette sostanze *ferromagnetiche*.

dal carattere lamellare e dalle condizioni generali) dall' equazione caratteristica $|\nabla \cdot \mu \mathbf{T}| = 4\pi\rho$, dove $\rho = -|\nabla \mathbf{m}_o|$, essendo $\mathbf{m}_o$ la magnetizzazione fissa, che si suppone data. Il campo è di 1ª specie; e l' energia P, oltre l' espressione generale $\frac{1}{8\pi}\int |\mathbf{BM}|\, d\tau$ che per mezzi isotropi si riduce a $\frac{1}{8\pi}\int \mu M^2 d\tau$, e dove qui $\mathbf{M} = \mathbf{T}$, ammette (per campi completi) le altre due forme

$$P = \frac{1}{2}\Sigma \varphi q \quad , \quad P = -\frac{1}{2}\int |\mathbf{T}\mathbf{m}_o|\, d\tau$$

dove, nella prima, φ indica il *potenziale magnetico* da cui dipende la $\mathbf{T}$, e le q sono le masse magnetiche *apparenti*. Espressioni analoghe si hanno per l' energia relativa Q; ed espressioni corrispondenti se ne deducono per le variazioni δP, δQ. Qui $\overline{\delta}\Lambda = 0$, ed il lavoro ponderale $\overline{\delta}L$ pel caso di movimento corrisponde alla variazione dell' energia presa negativamente.

Campo *ampèriano* dirò quello dovuto alla presenza di correnti elettriche, senza l' esistenza di magnetismo fisso ($\mathbf{m}_o = 0$). Le forze impresse $\mathbf{f}$ dipendono qui esclusivamente dalla distribuzione delle correnti; e sono definite, in base ai dati d' osservazione, dal loro carattere solenoidale e dalla nota relazione fondamentale che assegna il valore della *forza magnetomotrice* $K = \int |\mathbf{f} d\mathbf{l}|$ per qualunque linea chiusa:

$$K = 4\pi A\, \Sigma i = 4\pi A \int u_n\, d\sigma.$$

dove A è la *costante elettromagnetica* (inversa della velocità della luce), e $\Sigma i = \int u_n\, d\sigma$ indica la somma *algebrica* delle intensità delle correnti concatenate con la linea in discorso (il segno essendo in relazione col verso), corrispondente al flusso della corrente totale $\mathbf{u}$ attraverso una superficie avente per contorno la detta linea. Essa equivale all' altra

$$\mathbf{g} = 4\pi A\mathbf{u} \qquad (\mathbf{g} = \{\nabla \mathbf{f}\})$$

che assegna il vorticale di $\mathbf{f}$, che indichiamo come sopra con $\mathbf{g}$, in ogni punto del campo in dipendenza da $\mathbf{u}$. Come si vede, la $\mathbf{f}$ non dipende dalla natura del mezzo. La sua espressione diretta si può avere mediante un potenziale vettore nella forma

$$\mathbf{f} = A\{\nabla \mathbf{U}\}, \text{ dove } \mathbf{U} = \int \frac{\mathbf{u} d\tau}{r} \qquad (|\nabla \mathbf{U}| = 0).$$

Abbiamo così un campo magnetico di 2ª specie completamente definito, data che sia la distribuzione delle $\mathbf{u}$; e per esso valgono le cose dette e le relazioni stabilite di sopra in generale pei campi di 2ª specie, ove al posto di $\mathbf{g}$ si ponga $4\pi A\mathbf{u}$, e al posto delle ξ si ponga $4\pi Ai$, i denotando le intensità di corrente pei filamenti elementari costituiti dai tubi di $\mathbf{u}$. Porremo inoltre $\frac{1}{4\pi}\Phi$ e $\frac{1}{4\pi}\mathbf{V}$ al posto di Ψ e $\mathbf{W}$

rispettivamente, intendendo ora, per conformarci all' uso corrente, che flussi e potenziale vettore si riferiscano a $\mathbf{G}$, anzichè a $\frac{1}{4\pi}\mathbf{G}$ che qui corrisponde ad $\mathbf{S}$.

E così in particolare per l' espressione dell' energia P, oltre la forma generale $\frac{1}{8\pi}\int|\mathbf{BM}|\,d\tau$, abbiamo l'altra $\frac{A}{2}\int|\mathbf{Vu}|\,d\tau$ propria dei campi amperiani, con la sua traduzione semplificata $\frac{A}{2}\Sigma\Phi i$; e analogamente per Q, δP, δQ. Così pure per $\bar{\delta}\Lambda$, che qui possiamo chiamare *lavoro magnetomotore*, si ha l' espressione $A\int|\mathbf{u}\delta\mathbf{V}|\,d\tau$ ovvero $A\Sigma i\delta\Phi$; e per il lavoro ponderale $\bar{\delta}L$ nel caso di movimento

$$\bar{\delta}L = \delta P = \frac{A}{2}\int|\mathbf{u}\delta\mathbf{V}|\,d\tau = \frac{A}{2}\Sigma i\delta\Phi$$

dove le variazioni si intendono dovute al solo movimento, restando invariate le i, in corrispondenza di quanto si disse al n°. 4, e dove, come allora, ad $\frac{A}{2}\Sigma i\delta\Phi$ si può sostituire l' espressione $A\Sigma i\delta_t\Phi$, $\delta_t\Phi$ significando i *numeri di linee d' induzione tagliate dai circuiti delle i nel loro movimento*. Anche qui il lavoro ponderale corrisponde all' *aumento* di energia.

Ricordiamo ancora che, per quanto fu visto, *l'energia relativa di un campo magnetostatico ed un campo amperiano è nulla.* E infine notiamo che per un mezzo omogeneo (μ costante), per essere qui la $\mathbf{f}$ solenoidale, giusta un' osservazione fatta al n°. 2, la $\mathbf{T}$ viene a mancare e $\mathbf{M}$ si riduce alla $\mathbf{f}$ stessa; e si ha $\mathbf{G} = \mu\mathbf{f}$, e per $\mu = 1$ (mezzo normale) $\mathbf{G} = \mathbf{f}$.

Campo magnetico complesso. Nel caso più generale il campo magnetico può riguardarsi come dovuto alla sovrapposizione di un campo magnetostatico e di un campo amperiano. Le equazioni caratteristiche che determinano la $\mathbf{M}$ (corrispondenti alle equazioni date in principio del num. 2), e che comprendono come casi particolari quelle relative a ciascuno dei due campi predetti, sono

$$|\nabla\cdot\mu\mathbf{M}| = -4\pi\,|\nabla\mathbf{m}_o| = 4\pi\rho \quad , \quad \{\nabla\mathbf{M}\} = \{\nabla\mathbf{f}\} = 4\pi A\mathbf{u}.$$

L' energia mutua della parte magnetostatica e della parte amperiana essendo nulla, l' energia propria del campo si riduce alla somma di quelle spettanti a ciascuna delle due parti separatamente prese; e la energia relativa di due campi si riduce similmente alla somma delle energie relative per le parti magnetostatiche e per le parti amperiane: onde le espressioni rispettive si ottengono immediatamente dalle precedenti per via di somma. Il lavoro magnetomotore $\bar{\delta}\Lambda$ corrispondente alla variazione di un campo $(\mathbf{G}, \mathbf{M})$ è rappresentato da $A\Sigma i\delta\Phi$, dove $\delta\Phi$ si riferisce al complesso delle due parti; e quello corrispondente alla variazione relativa di due campi $(\mathbf{G}, \mathbf{M})$, $(\mathbf{G}', \mathbf{M}')$ è dato da $A\Sigma i\delta\Phi' = A\Sigma i'\delta\Phi$, dove similmente $\delta\Phi$ e $\delta\Phi'$ si riferiscono al complesso delle due parti del primo e del secondo campo rispettivamente.

E infine il lavoro ponderale $\bar{\delta}L$ corrispondente al moto di un campo amperiano $(\mathbf{G}, \mathbf{M})$ rispetto ad un altro campo qualsiasi $(\mathbf{G}', \mathbf{M}')$, che può anche coincidere col primo oppure comprenderlo come parte amperiana, è rappresentato in generale da

$$\bar{\delta}L = A\Sigma i \delta_t \Phi'$$

che è l'estensione della relazione ricordata dianzi e dove le $\delta_t \Phi'$ rappresentano i numeri di linee d'induzione del campo $(\mathbf{G}', \mathbf{M}')$ tagliate nel movimento dai circuiti delle i. Ciò risulta senz'altro da quanto si vide al num. 4, dove anche si rilevò come da questa relazione restino caratterizzate nel modo più generale le azioni ponderali che hanno luogo fra un campo in generale e i filamenti $\mathbf{g}$ di un campo di 2ª specie — qui, ora, le forze esercitate da un qualunque campo magnetico $(\mathbf{G}', \mathbf{M}')$ sulle correnti da cui dipende il campo $(\mathbf{G}, \mathbf{M})$ — e si dedusse la legge elementare per la forza esercitata su un tratto $d\mathbf{l}$ di filamento, che ora si traduce nell' espressione

$$Ai \,\{d\mathbf{l} \cdot \mathbf{G}'\}$$

che dà la forza esercitata dal campo magnetico cui appartiene $\mathbf{G}'$ sull' elemento $d\mathbf{l}$ di una corrente i.

IV. - Campo elettromagnetico

10. - Un campo elettrostatico ed un campo magnetostatico possono coesistere nello stesso spazio indipendentemente l' uno dall' altro. Ma quando si esce dalle condizioni statiche, i due campi non sono più indipendenti, e dall' insieme risulta il campo *elettromagnetico*. Nel nostro modo di rappresentazione l' influenza mutua si traduce in una relazione di ricambio, in virtù della quale le correnti $\frac{d\mathbf{S}}{dt}$ dell'un campo implicano l' esistenza di forze impresse $\mathbf{f}$ agenti nell' altro, e reciprocamente

Abbiamo visto uno dei termini della relazione nelle forze magnetiche impresse dipendenti dalle correnti elettriche, onde deriva un campo amperiano, cioè un campo magnetico di 2ª specie, che si sovrappone a qualunque altro campo magnetico che occupi eventualmente lo stesso spazio; e si è visto anche come di là si deduca nel modo più semplice e diretto la nota legge generale delle azioni ponderali esercitate da campi magnetici su correnti elettriche.

L' altro termine della relazione corrisponde alla *legge fondamentale dell' induzione*, e si presenta qui come immediata conseguenza del primo in base al principio della energia. Basta osservare che il lavoro *magnetomotore* $\bar{\delta}\Lambda = A\Sigma i\delta\Phi$ delle forze magnetiche impresse dovute ad una distribuzione di correnti, implica un contributo energetico al campo magnetico; ed è ovvio che la stessa quantità che figura come *ricevuta* dal campo magnetico, figuri come *sottratta* al campo elettrico. Supponendo ora il campo magnetico diviso anch' esso in filamenti rientranti secondo i tubi di $\mathbf{G}$, e prendendo a distinguere con gl' indici e ed m le quantità corrispondenti elettriche

e magnetiche, possiamo scrivere $\delta\Phi = 4\pi dt\Sigma i_m$, dove i_m indica la corrente magnetica per uno di tali filamenti, e la somma si riferisce al complesso dei filamenti concatenati col circuito della corrente elettrica cui si riferisce il $\delta\Phi$.

Così l'espressione di $\bar{\delta}\Lambda$ si può ridurre alla forma simmetrica $4\pi A dt\, \Sigma i_e\, \Sigma i_m$, dalla quale poi si traggono le due espressioni corrispondenti

$$\bar{\delta}\Lambda = \Sigma i_m dt \cdot K_m \quad , \quad \bar{\delta}\Lambda = - \Sigma i_e dt \cdot K_e \quad : \quad \text{con } K_m = 4\pi A \Sigma i_e \quad , \quad K_e = - 4\pi A \Sigma i_m$$

intendendo che in K_m la somma Σi_e si riferisca a tutte le i_e concatenate con la relativa i_m, e similmente Σi_m in K_e si estenda a tutte le i_m concatenate con i_e. Ora mentre la prima di queste espressioni ci presenta $\bar{\delta}\Lambda$ come sopra in forma di *lavoro magnetomotore*, K_m significando la forza magnetomotrice agente lungo il circuito della relativa i_m, la seconda presa con segno cangiato deve significare, per quanto si è detto, il corrispondente contributo al campo elettrico, che appare in forma di *lavoro elettromotore :* onde il fattore $K_e = - 4\pi A \Sigma i_m$ deve rappresentare una forza elettromotrice agente lungo il circuito della relativa i_e. E questa è appunto, specializzata qui per i circuiti delle i_e, la legge fondamentale dell' induzione, secondo la quale ad ogni variazione del flusso Φ abbracciato da una linea chiusa c corrisponde una *f. e. m.* indotta in c, espressa da $- A \dfrac{d\Phi}{dt} = - 4\pi A \Sigma i_m$.

La deduzione è qui limitata ai circuiti delle i_e; ma la correlazione evidente fra le forze magnetomotrici e le forze elettromotrici indotte, che è conseguenza del ricambio energetico fra i due campi, rende ovvia anche per la seconda l'estensione della legge a qualunque linea chiusa. E si presenta pure come ovvio l'attribuire alle forze elettriche impresse, da cui risultano le *f. e. m.* indotte, anche il carattere solenoidale, che appartiene alle forze magnetiche impresse. È poi chiaro che lo stesso principio del ricambio permetterebbe reciprocamente di dedurre dall'esistenza delle *f. e. m.* indotte quella dalle forze magnetomotrici.

Le variazioni dei flussi rispettivi che, divise per dt, danno le correnti Σi_e, Σi_m, sono intese nel senso più generale, che comprende anche l'effetto di un eventuale movimento dei punti del mezzo *cui partecipino le linee* con le quali le dette correnti si concatenano e *le superficie* (aventi quelle linee per contorno) attraverso le quali si computano i flussi. Di ciò si ha da tener conto nella traduzione differenziale della doppia relazione, che fornisce i valori di $|\nabla \mathbf{f}_m|$ e $|\nabla \mathbf{f}_e|$ mediante i valori di $4\pi A \mathbf{u}_e$ e di $- 4\pi A \mathbf{u}_m$ da calcolarsi in base alle variazioni dello spostamento elettrico e del corrispondente magnetico con riguardo al movimento. A $|\nabla \mathbf{f}_m|$ e $|\nabla \mathbf{f}_e|$ si possono poi sostituire $|\nabla \mathbf{M}|$ e $|\nabla \mathbf{E}|$ (quest' ultima, quando non vi siano forze elettriche impresse d'origine non induttiva con vorticale non nullo). Così si viene al noto sistema delle equazioni di H e r t z nella loro forma più generale.

Si possono anche in base a quanto precede esprimere direttamente $\mathbf{f}_m$ e $\mathbf{f}_e$ (tenuto conto del carattere solenoidale) mediante $A \dfrac{d\mathbf{V}_e}{dt}$ e $- A \dfrac{d\mathbf{V}_m}{dt}$ calcolate parimenti con riguardo al

movimento; oppure mediante

$$A \{\nabla \mathbf{U}_e\} \text{ e } -A \{\Delta \mathbf{U}_m\} \text{ dove } \mathbf{U}_e = \int \frac{\mathfrak{u}_e d\tau}{r} \text{ e } \mathbf{U}_m = \int \frac{\mathfrak{u}_m d\tau}{r}.$$

Ma a tutto ciò basti l' avere accennato.

Osserverò solo ancora che dalla forma delle relazioni che rappresentano il nesso elettromagnetico apparisce che lo spostamento elettrico e il suo corrispondente magnetico appartengono a due tipi diversi di vettori, che, cioè, se l' uno è di tipo *traslativo*, l' altro deve essere di tipo *rotativo*: il che però non toglie che sia applicabile ad entrambi il nostro schema.

11. - Grazie al principio del ricambio i due campi costituenti il campo elettromagnetico possono essere considerati separatamente, e si può istituire per ciascuno un bilancio distinto in cui la partita di ricambio $\overline{\partial}\Lambda$ comparisce in entrambi ma con segno diverso.

Nel bilancio magnetico staranno di fronte da un lato il lavoro magnetomotore $\overline{\partial}\Lambda$ e dall' altro la variazione dell' energia magnetica e la produzione di lavoro ponderale che comprende la parte, diciamo così, *magnetostatica* e la parte *magnetoelettrica* (dipendente dalle forze esercitate dal campo sulle correnti elettriche) rappresentata, come si è visto, da $A\Sigma i_e \partial_t \Phi_m$. Attribuendo a $-\overline{\partial}\Lambda$ il significato correlativo di lavoro elettromotore indotto si viene alla proposizione di uso comune: che *la somma algebrica dei lavori, ponderomotore ed elettromotore indotto, corrisponde alla diminuzione dell'energia magnetica,* i lavori stessi compensandosi quando l'energia non varia.

Nel bilancio elettrico staranno di fronte da un lato il predetto lavoro elettromotore indotto insieme con quello dovuto eventualmente ad altre *f. e. m.* di origine non induttiva (voltaiche ecc.), e dall' altro la variazione dell' energia elettrica, l' effetto Joule e la produzione di lavoro ponderale, che qui pure dovrebbe comprendere, corrispondentemente, una parte *elettrostatica* ed una parte *elettromagnetica* (dipendente dalle forze esercitate dal campo elettrico sulle correnti magnetiche) rappresentata da $-A\Sigma i_m \partial_t \Phi_e$, le $\partial_t \Phi_e$ significando i numeri di linee di spostamento elettrico (riferite a $4\pi\mathbf{S}$) tagliate dai circuiti delle i_m in movimento: la quale però per l' indeterminatezza inerente, come si è detto per l' addietro, alla parte non reattiva dello spostamento elettrico, si presenta come indeterminata, e del resto sfugge all' osservazione (almeno nei casi ordinarii) per la relativa piccolezza delle i_m.

La considerazione separata dei due bilanci può sovente essere utile per la chiarezza delle relazioni energetiche.

Dalla loro fusione risulta poi il bilancio cumulativo del campo elettromagnetico, nel quale sparisce la partita di ricambio e restano di fronte da un lato il lavoro elettromotore delle eventuali *f. e. m.* di origine non induttiva, e dall' altro lato la variazione dell' energia complessiva risultante dalla somma dell' energia elettrica e dell' energia magnetica, l' effetto Joule e la somma algebrica di tutti i lavori pon-

derali. Se quest' ultimo bilancio, anzichè per tutto il campo, si fa per una qualunque porzione limitata da un contorno σ, allora interviene sotto forma di integrale di superficie un termine relativo all' importazione o esportazione attraverso il contorno, e si è così condotti al noto teorema del Poynting.

Questi cenni sommarii bastano per farsi un' idea adeguata del modo di rappresentazione qui esposto. Esso, come si è visto, rende ragione in via facile e piana delle relazioni fondamentali. Non si addentra nella natura delle cose, conservando un carattere puramente schematico e tutto riducendo, per così dire, a termini di bilancio. Ma ha in compenso il vantaggio di una grande semplicità e quello di mettere in chiara luce i rapporti energetici.

SUL FRENULO PREPUZIALE SOPRANNUMERARIO

MEMORIA

DEL

Prof. DOMENICO MAJOCCHI

(letta nella Sessione del 17 Maggio 1908)

(CON DUE TAVOLE E FIGURE INTERCALATE NEL TESTO)

Fra le varie e diverse anomalie, che colpiscono la verga, una assai rara e singolare, è senza dubbio il FRENULO SOPRANNUMERARIO. Questo ha come carattere costante d'inserirsi sulla faccia *anteriore*, o *dorsale*, del ghiande, e su quella corrispondente, o interna, del prepuzio, e per ciò in sede opposta a quella del frenulo normale.

Prima però di entrare in argomento, mi affretto a dichiarare che siffatta anomalia non deve confondersi colla *duplicità del frenulo*. E veramente parrebbe a tutta prima che si potesse considerare come *frenulo doppio* (FRENUM DUPLEX) anche la coesistenza del frenulo soprannumerario, per la ragione troppo ovvia che, in tale contingenza, due sarebbero sempre i frenuli prepuziali. Ma questa denominazione, quantunque in apparenza appropriata, non risponde affatto a verità anatomica, come sarebbe richiesto dalla natura di siffatta anomalia. Infatti, quando diciamo *duplicità del frenulo*, non solo fissiamo la nostra mente sopra la formazione di due distinte briglie mucose che tengano congiunto il prepuzio al ghiande, ma pensiamo altresì ch'esse si trovino nella sede ordinaria del frenulo normale, ch'è quanto dire nel mezzo della faccia posteriore del solco balano-prepuziale, in corrispondenza dell'angolo fatto dalla corona del ghiande. In tale contingenza il prepuzio verrebbe assicurato al ghiande per due briglie mucose alquanto convergenti, le quali, trovandosi l'una accanto all'altra nella sede anatomica ordinaria, funzionerebbero da veri frenuli. Orbene, in queste sole condizioni l'anomalia si deve, a mio avviso, chiamare *Frenulo doppio*, sia che questo possa originarsi per lo sviluppo indipendente di due pieghe mucose (DUPLICATIO FRENI), sia che avvenga per uno sdoppiamento del frenulo normale (BIPARTITIO FRENI).

Pertanto avendo fissato il concetto della duplicità del Frenulo entro gli stretti limiti sopra descritti, è d'uopo ancora restringere il concetto anatomico del frenulo soprannumerario. Infatti, non tutti i rapporti glando-prepuziali possono essere compresi nello stesso ordine: vi sono diverse maniere di aderenze, aventi sedi varie, fra il glande ed il

prepuzio, che non costituiscono frenuli soprannumerari, ma già sono note come *Sinechie congenite.*

Invece, sulla guida dei casi, che verrò descrivendo, può dirsi soltanto *frenulo soprannumerario*, o *accessorio*, o *supplementare*, quel nastro balano-prepuziale che, sebbene lontano dalla topografia naturale, ha però, come ho detto più sopra, una sede costante nel mezzo della faccia *anteriore* del ghiande, e conserva, sotto certi limiti, anche costanza di forma.

Questo dunque è il frenulo soprannumerario rispetto all' altro (FRENUM DUPLEX) che, come ho detto, sviluppasi, o per una formazione gemella (DUPLICATIO), o per uno sdoppiamento (BIPARTITIO) del frenulo normale nella sua ordinaria topografia.

Ammessa pertanto la distinzione anatomica fra queste due anomalie del frenulo, mi pare di necessità conservare distinte anche le denominazioni rispettive che le qualificano.

E qui dirò che del frenulo *doppio* (FRENUM DUPLEX) furono raccolte alquante osservazioni, delle quali una del James F. L. (*Double froenum*) (1) citata da molti, senza però averla riferita con particolareggiata descrizione: l' altra osservazione intorno allo stesso argomento appartiene al Bergh, il quale nel suo pregevole lavoro « SYMBOLAE .... » (2) discorre brevemente dei *frenulo doppio*, descrivendo di esso alcune particolarità anatomiche. Siffatta anomalia è disegnata nella Fig. 23, Tav. III, dalla quale si desume che il frenulo normale talvolta *è reso doppio da un solco longitudinale nella sua parte inferiore.*

Del resto la *duplicità del frenulo* con diverse modalità non è anomalia tanto rara: io stesso ho potuto osservarne qualche esempio, uno con i medesimi caratteri di quello descritto dal Bergh, e l' altro accompagnato da lieve *ipospadia* dell' uretra balanica.

Devo a questo proposito rilevare che il Bergh, nel descrivere il frenulo doppio, cita la mia nota preventiva, quasi volesse dare appoggio al concetto della *duplicità* del frenulo stesso. Ma siffatta identità verrebbe esclusa dallo stesso esempio che il Bergh disegna nella Tav. cit. III Fig. 23: laddove nei casi, osservati da me, non si tratta di uno sdoppiamento del frenulo normale (*bipartitio*), sibbene d' un frenulo *soprannumerario*, avente, come ho già dichiarato, una sede topografica diversa, ma costante.

Ora, di questo frenulo *soprannumerario* o *accessorio*, feci già rilevare la rarità: e può dirsi che nei trattati di Anatomia, di Anatomia patologica e di Teratologia, anche più recenti, non mi venne fatto di trovare alcun cenno sopra il frenulo prepuziale *soprannumerario*, mentre si parla delle sinechie, e del fimosi congenito.

La osservazione, che credo unica nella storia della Teratologia, è quella del Broca, presentata nel 1856 in una brevissima nota alla *Società anatomica di Parigi*, nella quale viene descritto un altro frenulo distinto dal normale, e che molto giustamente egli denomina *supplémentaire*; questo ha sede sulla faccia anteriore, o *dorsale*, e s' inserisce sul ghiande ad un centimetro dalla corona, e sulla faccia interna del prepuzio, misurando

---

(1) James F. L. — *Double froenum.* — St. Louis Medical and Surgical Journal — 1888. T. LIV. p. 355, 356. — Non fu possibile consultare l' originale.

(2) R. Bergh. — *Symbolae ad Morphographiam membri virilis.* — Auctore B...; cum tabulis tribus — Nord. Med. Arkiv — Afd. I (Kirurgi). Häft 2. N° 5.

nella sua intera lunghezza 15 mm. Tale deformità il Broca riconobbe come congenita, e distinta dalle produzioni prepuziali cicatriziali (1).

Di altri casi consimili non mi venne fatto fin qui di avere notizia alcuna, per quante ricerche io abbia fatto nella bibliografia teratologica intorno alle anomalie degli organi genitali maschili.

Non mi rimane pertanto che ricordare come io, nella *Sessione 11ª* dell' 8 Maggio 1898, presentassi all' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, in un breve riassunto, *cinque* nuovi casi di frenulo *soprannumerario* (dei quali il primo, osservato da me fin dal 1893), descrivendone alcune particolarità anatomiche, e studiando in uno di questi la struttura istologica, che io trovai molto affine ai tessuti *erettili* (2).

Era già fin d' allora la raccolta unica e la più grande di casi intorno a siffatta anomalia: quando dal 1898 a tutt' oggi mi sono imbattuto in *tre* nuovi esempi di frenulo soprannumerario, aventi presso a poco gli identici caratteri esteriori dei primi cinque; ma di questi uno interessantissimo per le ricerche anatomo-istologiche, avendo in esso rinvenuto un canale rivestito da epitelio pavimentoso. Il che per lo innanzi non mi venne fatto di trovare, per modo che potei stabilire *due* varietà di frenulo *soprannumerario*: una *nastriforme*, *solida*, l'altra *fornita d' un canale* nella sua spessezza, avente molta analogia coi canali parauretrali.

Inoltre farò rilevare che se il frenulo soprannumerario trovasi d' ordinario nelle condizioni normali della verga, talvolta però mi fu dato di notare qualche altra anomalia che lo accompagnava, e precisamente la coesistenza d' un canale *parauretrale*.

Comunque, agli otto casi di frenulo soprannumerario, aggiungerò la descrizione di qualche altra anomalia affine, che può servire per uno studio comparativo: questa riguarda due casi di *sinechie congenite laterali balano-prepuziali*, di cui uno recentemente trovato in un infermo, degente in Clinica. Queste sinechie, studiate dal Bockai e dal Colucci nel fimosi congenito dei neonati, possono appena lontanamente mentire il frenulo soprannumerario. Ma di questi anomali rapporti balano-prepuziali sarà parola più tardi nello studio teratogenetico del frenulo soprannumerario.

Intanto accennerò di volo all' importanza che, in talune contingenze morbose balano-

---

(1) Stimo opportuno riferire qui la breve nota del Broca sul frenulo soprannumerario, perchè è sfuggita all' attenzione degli anatomici e teratologi.

» M. Broca met sous les yeux de la Societé:

1° Un dessin d' une *anomalie de la verge,* anomalie qui doit être rare et dont M. Broca ne connait pas d' exemples. Cette verge presente deux freins, l' un normal, l' autre supplémentaire, situé sur la face dorsale implanté sur le gland à 1 centimètre de la couronne, et ayant une longueur de 15 millimètres. Cette difformité était congenitale et du reste l' extrême brièveté du prépuce ne permet guère de supposer qu' elle soit le resultat d' une cicatrice. Ce frein anormal a été excisé, les bords de la plaie fixés par des serre-fines et la guérison a été des plus rapides *Bulletins de la Societé anatomique de Paris,* 1856, T. XXXI - Serie 2ª p. 144.

(2) D.r Majocchi. — *Sul frenulo prepuziale soprannumerario* — (Frenum duplex). Nota — (Rendiconto delle Sessioni della Rª. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna) — Nuova Serie Vol. II (1897-98). Fasc. 4°, pag. 162. 11ª Sessione, 8 Maggio 1898.

prepuziali, può avere per lo specialista venereologo lo studio di questa anomalia. Ed è per siffatta ragione che mi farò a studiare: 1° i caratteri anatomici proprii del frenulo soprannumerario, e quelli differenziali dalle altre aderenze del ghiande col prepuzio; 2° la struttura istologica del frenulo soprannumerario; 3° la teratogenesi del medesimo.

Aggiungo ancora che per la descrizione e per il disegno dell' anomalia suddetta ho fatto tenere ai singoli individui il ghiande svaginato dal prepuzio, affinchè si potesse vagliare bene il frenulo *soprannumerario* nella sua forma, lunghezza e distendibilità, sebbene quest' ultima non fosse portata mai al massimo grado; in tal guisa il frenulo soprannumerario non pativa alcuna deformazione, specialmente nelle sue inserzioni.

Quali metodi di tecnica più adatti furono posti in uso nell' istituire ricerche istologiche sopra i due frenuli recisi, sarà detto più tardi, allorchè il risultato delle medesime verrà descritto.

E ora passo a esporre la storia degli otto casi, collo stesso ordine, nel quale caddero sotto la mia osservazione.

*
* *

I Caso. — N. N., giovane di robusta costituzione, d' anni 23, frequentò nel 1893 l' Ambulatorio della nostra Clinica per essere curato d' una blenorragia. Nel visitare le parti genitali si fece subito palese la presenza del frenulo soprannumerario, che il paziente disse di avere fin dalla nascita. Questo ha sede nel mezzo della faccia *anteriore*, o *dorsale*, del ghiande, di contro al frenulo normale: è piatto, nastriforme, lungo 12 mm., largo 5 mm. nella sua inserzione sul ghiande, e 6 mm. nella sua inserzione sulla faccia interna del prepuzio. Nella sua metà appare alquanto ristretto, e misura 4 mm., mentre nel rimanente misura 5 mm. L' inserzione *superiore*, o *balanica*, è distante dal meato uretrale 16 mm., e dalla corona dal ghiande 7 mm ; quella *inferiore*, o *prepuziale*, si allontana da questa per 5 mm., e quindi si espande in sottili pieghe divergenti sulla mucosa prepuziale. È assai sottile, misurando appena da 1 mm. a 1 ½ mm. di spessezza: distendibile ed elastico, permette di svaginare facilmente il ghiande, benchè esista un leggero grado di irritazione balano-prepuziale. Stirato, sollevandolo alquanto, si mostra libero, formando un piccolo ponte in corrispondenza del solco balano-prepuziale, in guisa da permettere il passaggio d' una penna di colombo. In tutto il resto esso aderisce alla mucosa del ghiande e del prepuzio (Tav. 1, Fig. 1ª).

Havvi il frenulo normale nella sua sede ordinaria, dotato di giuste proporzioni di sviluppo, e facile al distendimento. Inoltre, è d' uopo notare che il prepuzio, sebbene abbia l' orificio abbastanza largo, pure è bene sviluppato, e ricopre interamente il ghiande.

Non si potè ottenere dal paziente la recisione del frenulo soprannumerario.

II Caso. — Frenulo nastriforme nel mezzo della faccia *anteriore*, o *dorsale* del ghiande, e parallelo al frenulo normale (visto di lato), fu trovato il 29 Marzo 1895 in un tal Curti Pompeo, d' anni 19, bolognese, celibe, di professione meccanico, il quale dice di aver questa anomalia fin dalla nascita. È di forma leggermente conica, più ristretto supe-

riormente ed espanso inferiormente, misurando nella sua *lunghezza* 10 mm., e in *larghezza* superiormente, ossia all'apice del frenulo, 5 mm., e inferiormente, verso la sua base, 10 mm. L'inserzione *balanica* si fa a 3 mm. di distanza dalla corona del ghiande: l'inserzione *prepuziale* a 6 mm circa dalla medesima. Ha di spessezza poco più di 1 mm., e nello svaginare il ghiande mostrasi distendibile ed elastico È staccato inferiormente, formando in rispondenza al solco balano-prepuziale un ponte, che per la sua elasticità permette il passaggio di una sonda di circa 8 mm. di diametro (Tav. I, Fig. 2ª).

Il frenulo normale, di forma regolare, è discretamente sviluppato, e il prepuzio ricuopre completamente il ghiande.

Il paziente rifiutò la recisione del detto frenulo.

III Caso. — In D. P. d'anni 28, affetto da uretrite blenorragica, si rinvenne un frenulo soprannumerario, che qui appresso verrà descritto. Ma oltre quest'anomalia (che il paziente dice essere congenita), ne presenta un'altra costituita da un canalino parauretrale che si apre mercè un forellino esternamente in rispondenza al lato destro del frenulo normale. Dal piccolo orificio esce pus blenorragico, e perciò l'infermo si mostra affetto non solo da *uretrite*, ma da *parauretrite*. Infatti l'esame microscopico mostra la presenza del gonococco, tanto nel pus, uscente dal meato uretrale quanto dal canalino. Introdottovi un sottile specillo, questo penetra obliquamente dal basso all'alto, e va a finire verso la fossetta navicolare, ove si può facilmente riscontrare. La lunghezza del canalino misura circa 12 mm. e la larghezza 1 mm. appena (Tav. I, Fig. 5ª, *a*, *a'*, *a''*, *a'''*).

Venendo al frenulo soprannumerario, si trova questo *nastriforme*, inserito sulla faccia *anteriore*, o *dorsale*, *del ghiande*, alla distanza di 10 mm. dalla corona, e di circa 24 mm. dal meato uretrale, laddove l'inserzione inferiore, o *prepuziale*, era appena 2 mm. distante dal solco coronale. Come si vede dalla Fig. 5, il disegno, preso di lato, permette di scorgere il frenulo soprannumerario parallelo al frenulo normale, misurando in lunghezza 12 mm. e 8 mm. in larghezza, sia nella sua inserzione superiore, sia nella inferiore. Del resto è molto distendibile ed elastico, e non porta alcun ostacolo allo svaginamento intero del ghiande. Aderisce in gran parte colla sua faccia inferiore alla mucosa del ghiande e del prepuzio, ma in corrispondenza del solco coronale forma un piccolo foro, che permette il passaggio di un sottile specillo.

È d'uopo rilevare che, per ristagno del secreto purulento nel solco coronale, si è acceso un leggiero grado di balano-postite, per modo che anche il frenulo soprannumerario vedesi alquanto rosso, ma non è dolente nei movimenti di distendimento: e parimenti anche il frenulo normale si mostra arrossato e alquanto edematoso nel suo margine destro. Il che però non impedisce (come si è detto più sopra) di estendere e ripiegare il prepuzio, che è poco sviluppato, coprendo appena due terzi del ghiande.

Estinta la balanopostite coll'uso degli antisettici, e guarita la blenorragia, si fece, col consenso del paziente, la recisione dal frenulo soprannumerario, il quale ben presto venne a cicatrice, lasciado visibili le due inserzioni, come si rileva nella Fig. 5.

IV Caso. — Un esemplare ben diverso da quelli fin qui descritti, mi venne offerto nel 1896, da un giovane di 22 anni, F. S., colpito da blenorragia. Nel fare l'esame delle parti genitali mi avvidi di un frenulo soprannumerario (che al paziente fu detto di avere fin dalla nascita), situato sulla faccia anteriore del ghiande, parallelo al frenulo normale e fornito dei seguenti caratteri (Tav. I, Fig. 3ª).

È diviso superiormente in due branche, le quali, nate inferiormente da una base comune, salgono, divergendo alquanto e inserendosi sulla mucosa del ghiande, a 7 mm sopra la corona, e a 17 mm. sotto il meato uretrale. L'inserzione *prepuziale* invece è unica, e si fa a 9 mm. dal solco coronale. La lunghezza intera di detto frenulo è di 17 mm.; la parte inferiore, costituente la base da cui partono le due branche del frenulo stesso, misura una lunghezza di 7 mm. circa e una larghezza di 8 mm.. Ognuna delle sue branche misura in lunghezza 10 mm., in larghezza 3 mm. circa, rimanendo fra di loro un piccolo vano triangolare coll'apice in basso e la base in alto, ove esso misura 3 mm. È sottile e distendibile con eguale grado in ambedue le branche suddescritte, le quali, sebbene aderenti alla faccia anteriore del ghiande, permettono il facile svaginamento di questo. Del resto, quantunque la conformazione del frenulo sia così singolare, come un **V** maiuscolo, nullameno essa può sempre riportarsi alla figura *nastriforme*, nella quale, come sarà discusso in appresso, la inserzione superiore si è divisa, forse per soverchio distendimento, in due branche: infatti nel terzo inferiore il frenulo suddetto mantiene sempre la forma a nastro. Il prepuzio è regolarmente sviluppato e ricopre interamente il ghiande. Il frenulo *normale* è ben conformato.

V Caso. — Affine al precedente e per la sua conformazione, e per le particolarità anatomiche delle sue inserzioni, è l'esemplare di frenulo *soprannumerario*, osservato nel 1898 in S. P. d'anni 35, di professione commerciante, affetto da una piccola ulcera venerea, posta a sinistra del solco balanico, qualche millimetro a distanza dal frenulo normale. Eccone in riassunto la descrizione.

Il frenulo *soprannumerario* (che il paziente crede di avere dalla nascita) risiede nel mezzo della faccia *anteriore* (*dorsale*) del ghiande, ed è parallelo al frenulo normale, quando sia visto di lato.

A tutta prima appare costituito da *due nastri*, quasi paralleli, riuniti nel loro mezzo da una commessura in forma di bandelletta, per modo che nel suo insieme il frenulo soprannumerario assume la figura di un **H** maiuscola (Tav. I, Fig. 4ª).

Tuttavolta anche questa singolare foggia di frenulo, si può, a mio avviso, riportare a quella nastriforme, fornita di quattro inserzioni, due superiori, o *balaniche*, divergenti e due inferiori, o *prepuziali*, anch'esse in apparenza divergenti, ma meno delle prime. L'inserzione delle due branche *superiori* si fa sulla faccia anteriore (dorsale) del ghiande, a distanza di 17 mm. dall'orificio uretrale, e a 9 mm. dalla corona, mentre l'inserzione delle due branche inferiori si fissa sulla faccia interna del prepuzio, a distanza di 10 mm. dalla corona del ghiande. La *commessura*, o *bandelletta*, che unisce i due nastri, misura nella sua lunghezza 5 mm., e nella sua larghezza appena 2 mm. Del resto la *lunghezza*

di ambedue i lati dell'**H** (che è quanto dire di tutto il frenulo) è uguale, ed arriva a 21 mm.; la *larghezza*, presa in corrispondenza della commessura, a 10 mm.

Le due branche superiori sono più lunghe e sottili, e misurano dalla commessura all'inserzione prepuziale 10 mm., le inferiori sono alquanto più grosse e corte, misurando 6 mm.: inoltre, mentre queste misurano verso la loro estremità prepuziale 5 mm. di larghezza, quelle invece appena 3 mm.

Ho detto che le branche superiori sembrano alquanto più divergenti delle inferiori, ma questa differenza non è che apparente; infatti nelle inserzioni, tanto *balaniche*, quanto *prepuziali*, la distanza è uguale e raggiunge i 12 mm. in ambedue. D'altra parte essendo le branche superiori più sottili, lasciano un vano triangolare assai più largo, che misura alla sua base 7 mm., mentre le inferiori, per la loro maggior larghezza, lasciano un piccolo vano, anch'esso triangolare, che misura alla base 3 millimetri.

Ambedue i nastri, dai quali appare costituito il frenulo soprannumerario, sono ugualmente distendibili ed elastici, tanto che non danno alcun ostacolo allo scoprimento del ghiande, sebbene siano quasi interamente aderenti alla mucosa sottostante. Infatti, solamente in rispondenza della commessura il frenulo è libero per un piccolissimo tratto, che permette il passaggio di uno specillo ordinario.

Dall'insieme delle particolarità anatomiche sopra esposte, appare chiaramente come detto frenulo soprannumerario sia affine al precedente per la sua conformazione: anzi può dirsi ch'esso sia il medesimo, ma raddoppiato, formato cioè da due **V** inversi, per un distendimento a cui furono sottoposte tanto le inserzioni superiori, quante le inferiori.

Chiuderò la descrizione del caso facendo notare che la cura antisettica condusse ben presto a guarigione l'ulcera venerea del solco balanico, senza che questa avesse portato la benchè minima irritazione, sia al frenulo soprannumerario, sia al frenulo normale.

Aggiungerò ancora che il paziente, richiesto in proposito, rifiutò di farsi recidere il frenulo soprannumerario.

VI Caso. — Un altro esemplare splendido di siffatta anomalia mi venne offerto nel 1899 da un soldato del distretto militare di Bologna, certo Giarizzo G., di anni 21, nativo di Pietra (Sicilia). Ricoverato nell'Ospedale Militare per *adenite inguinale sinistra*, si ottenne, per gentile concessione della Direzione medica, di esaminare il giovane soldato, e di fare uno studio del frenulo soprannumerario, di cui era fornito il ghiande del medesimo. Questo frenulo si presenta sulla faccia anteriore del ghiande in forma di cordone ristretto nel suo tratto mediano, e più largo nelle sue inserzioni, specie nella *inferiore*, o prepuziale. Esso mostra in vicinanza della sua inserzione *balanica* un piccolo infossamento, nascosto in una tenue piega, nel quale uno specillo sottile penetra per circa un millimetro. Inoltre nella sua faccia posteriore non aderisce interamente al ghiande, ma è libero verso la sua metà, formando così un ponte, ove penetra facilmente uno specillo per alcuni millimetri.

Qui si danno i *diametri del frenulo soprannumerario:*

Lunghezza totale		mm.	20.
Larghezza	dell'inserzione prepuziale	»	14.
	della inserzione balanica	»	7.
	della parte media	»	3.
Lunghezza del ponte		»	12.
Distanza fra il meato e l'inserz. al ghiande		»	17.

È d'uopo rilevare che anche in questo caso non si notava alcun ostacolo allo svaginamento del ghiande; l'elasticità del frenulo soprannumerario era interamente conservata.

Il frenulo normale è corto, ma ben conformato.

Non si potè ottenere dal paziente la recisione del frenulo sopradescritto, del quale lo studio istologico avrebbe potuto dare qualche interessante reperto. Infatti la costituzione cordoniforme del medesimo, il piccolo orificio, trovato in esso, della profondità di un millimetro, mi fecero ritenere che si trattasse d'un altro frenulo soprannumerario canalizzato. Ma su questa particolarità non mi è permesso di dire di più (Tav. I, Fig. 8ª).

VII Caso. — B. C. d'anni 25, studente in medicina, venne, nel 1900, a farsi curare in Clinica d'una uretrite blenorragica. Nel fare l'esame del secreto purulento colpì subito chi l'osservava, una briglia nastriforme, situata sulla faccia anteriore del ghiande, in corrispondenza del solco balano-prepuziale, che il paziente assicurava di avere fin dalla nascita. Del caso fui subito avvertito dagli assistenti, e, avendolo osservato, trovai che si trattava d'un frenulo soprannumerario.

Questo, sebbene non molto sviluppato, nullameno mostrava non poca importanza per qualche particolarità anatomica che qui passo a descrivere.

Si presenta come un corto nastro che misura in *larghezza* 10 mm. e in *lunghezza* 7 mm., sottile, piatto, liscio, regolare nei margini, che ha sede nel mezzo della faccia anteriore del ghiande, in rispondenza al frenulo normale, formando un piccolo ponticello sul solco balano-prepuziale (Tav. I, Fig. 6ª).

La sua inserzione *superiore* si fa sull'orlo anteriore della corona del ghiande e l'*inferiore* sulla faccia interna del prepuzio, e più precisamente sull'orlo posteriore del solco balano-prepuziale.

Ho detto che forma un ponticello sopra il solco balano-prepuziale: infatti non aderisce interamente alla mucosa balanica sottostante, tanto che uno specillo, passato al di sotto di esso, ne misura la larghezza di 2 mm. circa.

Sebbene così corto, si mostra elastico, facendosi distendere senza nessun ostacolo e nessun dolore, quando si viene allo svaginamento del ghiande: anzi, come dice il paziente, anche nell'atto della erezione, o nei momenti d'irritazione della mucosa per balano-postite non si ebbero a notare inconvenienti di sorta.

Sarebbe stato per me di non poco interesse studiare la struttura della produzione nastriforme sopradescritta, ma non potei ottenere dal paziente la recisione della medesima.

VIII Caso. — L'ultimo importante esemplare fu osservato nel 1902 sopra un giovane, P. C. d'anni 21, il quale, nello svaginare il ghiande, mostrò un frenulo soprannumerario, che dichiarava di avere sin dalla nascita. Esaminato da me, ecco quanto potei raccogliere.

È costituito da una bandelletta d'aspetto nastriforme, piuttosto spessa e liscia, tanto che, vista senza stirare fortemente il prepuzio, appare più sotto forma di cordone che di nastro: invece si fa piatta, allorchè si svagina il ghiande, distendendo interamente il prepuzio stesso. Ha la sua inserzione *superiore* poco al disopra della corona del ghiande, circa 7 mm., e la *inferiore*, alquanto più larga, sulla faccia interna del prepuzio, circa 6 mm. al disotto della corona balanica stessa (Tav. I, Fig. 7ª).

Misura 10 mm. nella sua lunghezza, mentre nella sua larghezza varia: infatti nella sua inserzione balanica misura 7 mm.; alla base del nastro ossia all'inserzione prepuziale 13 mm.; nel mezzo di esso 8 mm. La distanza dell'inserzione balanica dal meato uretrale è di 25 mm.

Aderisce nella sua faccia anteriore alla mucosa balano-prepuziale; ma ai lati il nastro è libero, per modo che sollevandolo alquanto si vede ch'esso si attacca soltanto col suo tratto mediano, ove forma una briglia sottile e trasparente. Con tutto ciò il detto frenulo è così facilmente distendibile, che lo svaginamento del ghiande si fa in modo agevole, e perfino quando il paziente andò soggetto a balano-postite.

Per la conformazione testè descritta del frenulo soprannumerario si trovano ai lati del medesimo due lacune, o fossette, nelle quali si raccoglie di tanto in tanto lo smegma prepuziale, formante piccole masse dure simili a concrezioni, che il paziente deve rimuovere per la molestia che gli arrecano (*concrezioni smegmolitiche*).

Nella inserzione inferiore, o *prepuziale*, vedesi, più verso destra, una sottile pieghetta che, stirata di traverso, mostra un piccolissimo infossamento.

Mercè reiterate insistenze fatte al paziente si potè ottenere la recisione del frenulo, che venne conservato in alcool assoluto per istituirvi in appresso ricerche istologiche.

APPENDICE

IX Caso. — *Sinechie congenite laterali balano-prepuziali.* — Aggiungo ancora ai casi sopra esposti la descrizione di una notabile aderenza fra il prepuzio e il ghiande, formante una certa maniera di *frenulo soprannumerario.* Siffatta aderenza venne da me osservata in un giovane impiegato di anni 35, che dichiarò di averla fin dalla nascita. Si presenta coi seguenti caratteri:

È una briglia membranosa di colorito roseo come quello della mucosa balano-prepuziale, avente *sede* al lato sinistro del ghiande, la quale inferiormente aderisce alla faccia interna del prepuzio e superiormente al terzo medio, o poco al di là, del ghiande stesso, espandendosi quivi in forma di ventaglio.

La inserzione inferiore, o *prepuziale* della medesima ha una base regolare e da qui passa, a guisa di ponte, sul solco coronale, per modo che è possibile introdurre un grosso specillo al disotto di esso e farlo attraversare dalla parte opposta del ponte. Ed è qui, come narra il paziente, che si forma una sostanza densa, giallastra, avente i caratteri dello smegma, e talvolta concretantesi in un bitorzoletto della grandezza di un grano di senape (smegmolite), che non di rado venne allontanato dal paziente stesso: e anche ora, com' egli asserisce, di tanto in tanto si riproduce questa sostanza smegmorroica.

Nell' inserzione *superiore* o *balanica*, notasi un margine irregolare quasi dentato, portante corte lacinie, che fannosi tanto più manifeste, quanto più si stira inferiormente il prepuzio nell' atto di svaginare il ghiande.

L' aderenza membranosa, sebbene alquanto spessa, è nullameno assai distendibile, talchè permette lo svaginamento del ghiande senza arrecare il minimo dolore al paziente. Procurando una distensione maggiore di quanto occorre per scoprire il ghiande, la detta aderenza mostra nella sua lunghezza alcune sottili pieghe, le quali, muovendo dall' inserzione prepuziale, si dirigono in alto con due fasci di linee, curve in senso opposto, e alquanto divergenti nella loro inserzione *balanica* (Tav. I, Fig. 9ª).

Prendendo la misura della sinechia sopradescritta, in diversi punti della sua lunghezza, si hanno i seguenti risultati:

DIAMETRI

Lunghezza	. . . .	mm.	27.
Larghezza	nell' inserzione prepuziale.	»	19.
	nell' inserzione balanica .	»	17.
	nella sua metà	»	15.
Larghezza del ponte	. . . .	»	4.
Distanza dal frenulo vero	. . . .	»	9.
Distanza dal meato uretrale	. . . .	»	11.

Il frenulo vero è normalmente conformato, come si può vedere nella Fig. 9ª', Tav. I.

Il paziente era affetto da blenorragia, e non appena guarito da questa, proposi al medesimo la recisione dell' aderenza, che però venne rifiutata, non arrecando essa aderenza alcuna molestia, nonostante che provocasse una certa quantità di smegma.

X Caso. — *Ipospadia di 1º grado. Sinechie congenite laterali balano-prepuziali. Apertura nella faccia inferiore del prepuzio. Mancanza del frenulo normale.*

In un ragazzo, certo Bruno Lenzi d' anni 10, nato in Bologna, già degente nella Clinica dermosifilopatica di S. Orsola, per la cura di una *psoriasi volgare*, dal 21 Aprile al 31 maggio del corrente anno 1908, rinvenni alcune anomalie della verga, che mi parvero di qualche importanza per l'argomento che ho preso a trattare.

Innanzi tutto si trova in esso una ipospadia di *primo grado* (*ipospadia balanica*) con i seguenti caratteri: tutta la parte balanica dell' uretra è aperta in forma di doccia, la

quale incomincia dal meato e va poco al di là del solco coronale, misurando in lunghezza mm. 12. In questo punto sotto forma semilunare, colla concavità in alto, trovasi l'orificio dell'uretra *ipospadica*, che misura mm. 4 (Tav. I, Fig. 10ª).

In corrispondenza della doccia uretrale, balanica, si vedono tre cripte, delle quali la più grande misura mm. 1: sono distanti fra di loro, le due inferiori mm. 4, e la terza, situata nel fondo del meato uretrale, mm. 3. Il meato dell'uretra è aperto anch'esso, ma è ben conformato nei suoi orli e misura circa 3 mm.

Manca, come si comprende, interamente il frenulo normale, mentre il prepuzio è aperto in tutto il tratto ipospadico, misurando nel diametro longitudinale mm. 10 e nel trasverso mm. 16. L'intera apertura prepuziale, ponendo il pene sul pube, presenta la figura di un triangolo coll'apice verso l'orificio uretrale ipospadico. Il prepuzio presenta alcune pieghe e una speciale impronta nella sua faccia esteriore, mentre nella sua faccia interna aderisce in parte alla corona del ghiande stesso. Osservando il pene coperto dal prepuzio e poggiante sullo scroto, si scorge nella faccia dorsale di esso una strana figura, simulante la testa di un animale, sulla quale non credo opportuno per ora di fermarmi. Più importanti invece per l'argomento del presente lavoro sono le *sinechie balano-prepuziali*, fatte dal saldamento della mucosa prepuziale a quella del ghiande. Per metterle in evidenza occorre stirare il prepuzio, appoggiando verticalmente la verga sull'addome del soggetto: allora le sinechie così distese si vedono limitate soltanto alle parti laterali del ghiande, per un tratto di 14 mm. dal lato destro, 11 mm. dal sinistro, di guisa che quivi esse vengono a ricuoprire la corona del ghiande stesso e il solco balano-prepuziale. In tale postura le dette sinechie, partendo dall'orlo della doccia balanica e dalla corona del ghiande, salgono in alto, descrivendo delle linee curve concentriche che terminano e si fissano sulla mucosa prepuziale. Nella parte mediana della faccia *anteriore* la corona del ghiande si vede scoperta per un tratto di 13 mm.: quivi però essa si presenta poco sviluppata e poco profondo è il solco balano-prepuziale. Nel mezzo di questo tratto libero non havvi alcuna briglia mucosa che faccia l'ufficio di un frenulo soprannumerario: soltando stirando in basso il prepuzio si vedono formare due o tre pieghe verticali vicine e parallele, le quali però nulla hanno a vedere col frenulo soprannumerario.

Prima di chiudere la storia clinica aggiungerò che il prepuzio è assai spesso e abbondante, tanto che, sebbene aperto nella parte inferiore, basta non solo a ricuoprire il ghiande, ma anche a sorpassarlo.

*
* *

Caratteri generali del frenulo soprannumerario.

Dalla descrizione particolareggiata dei casi soprariferiti si possono facilmente stabilire, sia quei caratteri che sono proprii del frenulo soprannumerario, sia quelli che lo fanno distinguere dalle *sinechie congenite ed accidentali*. E perchè queste differenze si facciano meglio palesi, metterò a riscontro le varie maniere di congiungimento fra il ghiande e il prepuzio.

1° *Origine congenita.* — Innanzi tutto è d' uopo fissare come carattere generale che il frenulo soprannumerario è sempre d' origine congenita: ma, secondo il mio avviso, non è possibile per ora stabilire l' epoca del suo inizio di formazione, se cioè si sviluppi prima, o dopo, o forse contemporaneamente al frenulo normale: e soprattutto riesce difficile stabilire se per il suo sviluppo vi sia un *germe embrionale*, da cui possa trarre il primo suo rudimento, rivelantesi come una produzione mesodermica che si rivesta dell' epitelio balano-prepuziale, e subito contragga aderenze colla faccia anteriore, o dorsale, del ghiande. E sotto il rispetto di origine il frenulo soprannumerario non differisce dalle cosidette *sinechie congenite*, le quali però è d' uopo distinguere per il diverso meccanismo di sviluppo in due maniere: 1° Sinechie temporanee (*fimosi congenito*); 2° Sinechie permanenti. Le prime non sono produzioni di nuova formazione, ma semplici adesioni primitive, provenienti da mancata separazione dell'epitelio *balano-prepuziale*, destinato a fondersi nella parete mediana, siccome han descritto tutti gli embriologi, dal Bockai, allo Schweigger-Seydel, al Colucci, al Tourneux, al Retterer, ed altri molti: le seconde sono produzioni provenienti da una doppia matrice, e iniziantisi con una neoformazione di connettivo embrionale che s' immette entro l' epitelio balano-prepuziale, di cui si riveste interamente: in altri termini, sono produzioni *dermo-epidermiche* più o meno robuste e durature, formanti briglie di varia forma e grandezza. Orbene, è a questa seconda maniera di formazione di sinechie *congenite* che noi possiamo avvicinare il frenulo soprannumerario, il quale però se ne allontana per tante particolarità morfologiche, che verremo di mano in mano esponendo.

2° *Sede topografica.* — Il frenulo soprannumerario sta nel mezzo della faccia anteriore, o *dorsale* del ghiande. Il fatto è costante: poichè tanto negli otto casi, da me descritti, come in quello del Broca, trovossi sempre in sede opposta al frenulo *normale*, per modo che, osservando il pene di lato, ambedue i frenuli si presentano paralleli fra loro, come si può vedere nella Fig. 5ª. Al contrario le sinechie *congenite*, e specie quelle *accidentali*, prodotte da infiammazione adesiva, possono indifferentemente trovarsi in qualsiasi punto della superficie del ghiande e del prepuzio, e dar luogo a diverse maniere di saldamento di queste parti.

3° *Forma, disposizione, inserzione.* — Il frenulo soprannumerario è d' ordinario piatto, nastriforme, più raramente cordoniforme: talvolta si mostra in forma di triangolo smusso, come nelle Fig. 2ª, ed ha una postura *longitudinale* parallela alla superficie del ghiande. D' ordinario è fornito di due inserzioni, una *prepuziale* e l' altra *balanica*. L' inferiore, o *prepuziale*, è fissa alla faccia interna del prepuzio fino al di là del solco balanico: l' inserzione *superiore*, o *balanica*, si fa sulla faccia dorsale del ghiande, a varia distanza dalla corona e dal meato uretrale. Per siffatta disposizione il frenulo soprannumerario acquista un' altra particolarità anatomica, formando bene spesso *un ponte* sul solco e sulla corona del ghiande, in guisa da permettere di solito il passaggio d'uno specillo (Casi III, V, VI, VII), e talvolta di una comune sonda scanalata, come nei casi I e II. Ho voluto menzionare questa conformazione *a ponte* del frenulo soprannumerario (che manca nel frenulo normale), perchè essa potrebbe avere qualche valore nella spiegazione di altre particolarità, inerenti al medesimo.

Talvolta il frenulo soprannumerario è munito di *tre*, o anche *quattro* inserzioni, delle quali due superiori e una inferiore, ovvero due superiori e due inferiori, di guisa che esso piglia una figura a **V** e ad **H** maiuscoli, come nei casi IV e V. Or bene, anche queste singolari maniere, che assume il frenulo soprannumerario, possono sempre riportarsi a produzioni nastriformi, le quali, o si foggiano in siffatta guisa nel primitivo rudimento di formazione del frenulo soprannumerario, ovvero acquistano tale foggia per uno sviluppo maggiore che pigliano le estremità superiori e inferiori del frenulo medesimo. A meglio intendere questo secondo meccanismo di formazione, possiamo ammettere che per lo sviluppo progressivo del ghiande il nastro del frenulo abbia patito graduali ed uniformi distendimenti soltanto ai lati, e per meglio dire, o in due, o in tutti i quattro angoli suoi terminali: laddove nella parte mediana esso nastro non potè distendersi insieme con i suoi angoli e margini laterali, forse perchè quivi era distaccato dalla sottostante mucosa del ghiande (come nel caso IV) e perciò fuori della sfera di trazione esercitata dagli angoli stessi. Ed è naturale il pensare che, di mano in mano che si allungano i quattro angoli del frenulo soprannumerario, si debba ridurre la massa nastriforme del medesimo ad una sottile fascetta, o commessura centrale, in guisa d'assumere quella speciale figura di **H** maiuscola. Lo stesso dicasi se questo processo di distendimento si verifichi soltanto in due soli angoli che, stando al caso IV da me descritto, devono essere unicamente i superiori. E questa, a mio avviso, è l'ipotesi più semplice per spiegare le singolari varietà di forma che ha assunto il frenulo soprannumerario nei casi suddescritti.

Or bene, tutto questo può avvenire ben anche nella seconda maniera di sinechie congenite; ma con questa differenza, che in esse lo stiramento delle inserzioni contrae molteplici attacchi; d'onde una conformazione a ventaglio, o a raggiera (Fig. 9ª), e mai una forma costante: laddove nella prima maniera le sinechie, essendo fatte da semplici aderenze dell'epitelio balano-prepuziale, non possono sopportare allungamenti di sorta: anzi in ogni stiramento verrebbero facilmente a lacerarsi

Al contrario le sinechie *accidentali* non presentano mai alcuna regolarità nelle loro inserzioni e non pigliano mai la forma e postura del frenulo soprannumerario: dappoichè queste si foggiano, in correlazione alla sede del processo infiammatorio adesivo, a guisa di irregolari briglie, poste quali corde di traverso fra il prepuzio e il ghiande, come più volte ho visto in seguito di balano-postiti, e come hanno anche verificato non pochi osservatori.

4° *Numero, lunghezza e spessezza.* — Anche queste particolarità ci fanno distinguere il frenulo soprannumerario dalle altre forme di sinechie.

a) Il frenulo soprannumerario è *unico*, come ho potuto rilevare, sia negli otto casi miei sopradescritti, sia in quello narrato dal Broca. Anche nel frenulo soprannumerario, conformato ad **H** e **V** maiuscoli, è facile a ognuno riconoscere sempre un solo nastro dermo-epidermico, in cui le inserzioni si siano allungate. Al contrario, le sinechie congenite ed accidentali sono d'ordinario molteplici, e se talvolta havvene una sola, questa è sempre facile a distinguersi per tutti gli altri caratteri di forma, di postura, di lunghezza e d'inserzione.

b) Il frenulo soprannumerario, sebbene abbia una lunghezza varia, nullameno offre come media una certa costanza di misura. Nei casi precedentemente descritti la maggior lunghezza raggiunge 21 mm. (*Caso V*, Fig. 4ª), la minore 7 mm. (*Caso VII*, Fig. 6ª). Dopo questi estremi vengono i due più lunghi di 20 mm. (*Caso VI*, Fig. 8ª) e di 17 mm (*Caso IV*, Fig. 3ª): gli altri quattro misurano due 12 mm. (*Caso I*, Fig. 1ª e *III*, Fig 3ª) e due 10 mm. (*Caso II*, Fig. 2ª e *VIII*, Fig. 7ª). Tenendo conto degli otto casi, da me raccolti, si può stabilire una lunghezza media del frenulo soprannumerario di mm. 13, 62: aggiungendo a questi il caso descritto dal Broca, la media sale di poco, a mm. 13, 77. Non così avviene per le sinechie congenite, le quali sono sempre di svariatissima lunghezza, ora brevissime, costituite, come ho detto più sopra, da tanti saldamenti diretti della mucosa balano-prepuziale, altra volta sono lunghe e larghe come nelle Figg. 9 *a*, 9 *a'*. Tav. I: e dicasi altrettanto delle sinechie *accidentali*, nelle quali la lunghezza può raggiungere anche quella del frenulo soprannumerario, sebbene di solito siano assai corte per la loro lenta retrazione.

c) Ma soprattutto si distingue per la *spessezza*, dappoichè il frenulo soprannumerario d'ordinario ha una spessezza *costante* ed *uniforme* in tutta la sua estensione, e misura in media da 1 a 2 mm. o poco più: laddove le *sinechie congenite*, e specialmente le *avventizie*, sono assai variabili nel grado di loro spessezza.

5° *Distendibilità* ed *elasticità*. — Un carattere costante del frenulo soprannumerario è quello di essere *distendibile* ed *elastico*: infatti, anche nei casi nei quali è alquanto più spesso, o più breve dell'ordinario, permette sempre il ripiegamento facile e intiero del prepuzio, e lo svaginamento del ghiande. Di siffatta proprietà volli certificarmi in ogni singolo caso, e, ricercandone la ragione, trovai questa nella struttura istologica del frenulo stesso, di cui sarà parola più tardi. Ora non è d'uopo ch'io dica che le *sinechie congenite* della prima maniera manchino di questo attributo, essendo esse costituite di soli strati epiteliali aderenti fra di loro.

Al contrario le altre sinechie *congenite* (Fig. 9ª, 10ª), se godono della medesima proprietà, questa è sempre variabile di grado, anche nello stesso caso (Tav. I).

La differenza poi è maggiormente rilevabile nelle sinechie *accidentali*, le quali d'ordinario non hanno il carattere della distendibilità e dell'elasticità, per modo che esse ostacolano lo svaginare del ghiande, specie quando risultino di tessuto connettivo compatto per avanzata sclerosi; come ancora per la loro costituzione istologica le sinechie accidentali sono dolenti e sanguinanti, specie nella loro fase giovane, e spesso dolorose anche nel periodo di retrazione, per modo che uno stiramento alquanto esagerato del prepuzio provoca su di esse lacerazioni ed emorragie: laddove il frenulo soprannumerario è indolente e rimane integro, allorchè venga anche esageratamente disteso per lo scoprimento del ghiande.

6° *Condizioni interne del Frenulo soprannumerario* (Frenulo *pieno*, e Frenulo *canalizzato*). — Non mi è dato per ora di stabilire su prove indiscutibili, se il Frenulo soprannumerario sia più di frequente costituito da un nastro, o da un cordone solido, ovvero se sia vuoto nella sua spessezza. Fin qui in due soli casi mi venne fatto di eseguire la

biopsia: e mentre in uno di questi rinvenni un nastro solido, nell'altro notai un fatto importante (che sarà meglio studiato nella parte delle ricerche istologiche): la presenza, cioè, d'un sottile canale scorrente nel mezzo e nella direzione dell'asse centrale del frenulo soprannumerario. Questo piccolo canale si può talvolta rilevare anche a occhio nudo, quando si apra esternamente. Infatti, nel caso VI, Fig. 8ª Tav. I, io sono d'avviso che il frenulo soprannumerario fosse percorso da un canalino: il che potevasi arguire da un piccolo pertugio, avente sede nella inserzione superiore, o balanica, e nel quale era dato introdurre un sottile specillo per il tratto di 1 mm. appena. Devesi qui rilevare che il detto canale non pare che abbia sempre uguale direzione in tutta la sua lunghezza (tenendo conto del solo caso da me osservato) e che la sua sottigliezza non faccia diminuire di consistenza il frenulo soprannumerario. Però, a chiarire questo punto, fa di mestieri istituire ricerche sopra un numero maggiore di casi di siffatta anomalia.

Del resto, intorno alle particolarità anatomiche di questo canale, sul suo possibile meccanismo di formazione, non che sul significato ch'esso potrebbe avere, sarà detto più tardi.

Intanto non è fuori di proposito osservare, che questo canale non mi venne mai fatto di rinvenire nella spessezza delle sinechie, sia congenite, sia accidentali: ed è però che merita, come dissi più sopra, di essere preso in considerazione, potendo esso trovare le condizioni del suo sviluppo soltanto nel frenulo soprannumerario.

7° *Complicazione del Frenulo soprannumerario con altre anomalie.* — Come ho detto in sul principio di questo lavoro, il frenulo soprannumerario trovasi d'ordinario come unica formazione anomala: nullameno può talora combinarsi con qualche altra anomalia, e questa negli *otto* casi, da me descritti, si rivelava unicamente colla presenza di un canale *parauretrale*, che nel caso III aveva sede in vicinanza e al lato destro del frenulo normale. Siffatta anomalia per la sua sede non portava alcuna modificazione al frenulo soprannumerario: nullameno di essa si terrà conto nel dare la significazione al frenulo soprannumerario canalizzato, e specie nel trattare della teratogenesi del medesimo. Del resto, esaminato attentamente, il canale *parauretrale* si apre all'esterno con piccolissimo pertugio, e internamente va a terminare al disotto della fossetta navicolare. Nel suo percorso il detto canale tiene una direzione obliqua dal basso all'alto e misura in lunghezza 14 mm. Fin qui non possiamo dire se altre anomalie si accompagnino col frenulo soprannumerario, apportando in esso anche cambiamenti morfologici. Nulla però si oppone a siffatta congettura.

*
* *

Struttura del Frenulo soprannumerario.

Come ho detto più sopra, allorquando nel 1893 mi sono imbattuto per la prima volta in questa rara anomalia, della quale pubblicai nel 1898 un cenno, sulla guida di cinque casi, la bibliografia medica possedeva soltanto la breve nota anatomica, forse da pochi conosciuta, sopra l'unico esempio di Frenulo soprannumerario, raccolto dall'illustre Broca.

Pertanto la pochezza delle nostre conoscenze in proposito era in armonia colla grande rarità di questa anomalia, per modo che non è a meravigliare se fino allora mancassero interamente studi, diretti ad illustrare in special modo le minute particolarità istologiche del frenulo soprannumerario. Il che faceva aperto contrasto con quanto si sapeva intorno alle sinechie, sia congenite, sia accidentali: dappoichè la frequenza delle medesime aveva porto occasione a molti osservatori d'investigarle nella loro intima struttura.

Orbene, posso dire, senza tema di errore, che questa è la prima volta che viene reciso il frenulo soprannumerario a fine d'istituirvi un esame microscopico, da cui possano scaturire ben manifeste le differenze, anche sotto il rispetto istologico, dalle comuni sinechie (1).

Avendomi pertanto l'occasione favorito coll'osservazione degli *otto* casi sopradescritti, potei fare, col consenso dei pazienti, la *biopsia* sopra due di questi (*Caso III*, *Caso VIII*), ambedue molto interessanti, e dei quali uno accompagnato da altra anomalia. Le numerose sezioni microtomiche, eseguite tutte di traverso sopra i due pezzi conservati in alcool assoluto, e trattate con diversi metodi di colorazione, hanno messo in chiaro molte particolarità anatomo-istologiche, atte a dare utili interpretazioni ad alcuni dei caratteri generali del frenulo soprannumerario.

*
* *

A) ***Prima Biopsia.***

Passando ora alla descrizione sommaria di alcune sezioni microtomiche, sia di quelle prese nel mezzo del nastro del frenulo, sia di quelle nell'estremità del medesimo (*Caso III*), e osservandole con piccolo ingrandimento, si presentano di figura ovale allungata, costituite da una lingua di derma, rivestita questa tutt'intorno da una spessa fascia epidermica.

a) Nella parte *dermica* si distingue alla periferia una corona di sottili e lunghe papille quasi tutte uniformi e solo poche alquanto irregolari, le quali tutte si cacciano fra i zaffi malpighiani, e sotto di queste fa seguito la sostanza propria del derma, modicamente compatta, che nel centro della sezione addiviene scarsa e poco spessa, perchè ricchissima di vasi. (Fig. 1ª, 4ª, 5ª. Tav. II).

Osservando con maggior ingrandimento le stesse sezioni microscopiche, tinte alcune con *carmallume*, con *picrocarminio* ed *ematossilina*, altre con *tionina* ed *eosina*, si scorgono al disotto della zona epidermica i fasci connettivali delle papille assai sottili e arciformi, i quali, scendendo in basso, s'ingrossano, disponendosi in direzione orizzontale sotto le papille stesse, e riuniti insieme scorrono circolarmente tutti attorno alla parte mediana del derma. Alcuni però dei fasci connettivali, e specialmente gl'inferiori, di questa zona subpapillare, si approfondano e pigliano direzioni diverse, per andare a circondare vasi

(1) È vero che nel caso descritto dal Broca fu reciso il frenulo soprannumerario: ma nessuna ricerca istologica fu fatta sul medesimo, come si rileva dalla breve nota surriferita. Ecco perchè ho voluto affermare essere questa la prima volta che si fa la recisione del frenulo soprannumerario per studiarne la struttura.

di varia grandezza che in gran copia stanno nella parte centrale della sezione: anzi è questo il fatto più caratteristico che si rileva a colpo d'occhio nell'esame di una sezione trasversa del frenulo soprannumerario.

Ho sottoposto all' osservazione microscopica alcune sezioni non colorate e trattate con soluzione d'*acido acetico*, o *formico* per determinare meglio grandezza, direzione, e connessione dei fasci connettivali, ed ho trovato che questi, benchè rigonfi, si mostrano più distinti, ondulati, più grossi e stipati nella zona subpapillare, e più rilassati profondamente, specie attorno ai vasi. Alcuni dei fasci, provenienti da altre direzioni, si vedono sezionati di traverso ed in obliquo. Numerosi corpuscoli connettivi fissi di forma ovale, e più spesso fusata, forniti d' un grosso nucleo, si vedono sopra i fasci collageni del derma o sporgono tra i medesimi, scarsi entro le papille, più numerosi nella zona subpapillare e di nuovo diminuiscono nella parte media della sezione, lungo il connettivo perivasale. Da uno studio di confronto fra molti preparati colorati, o con carminio alluminoso, o con safranina, si riesce a stabilire che in alcuni punti i corpuscoli fissi sono molto numerosi, forse aumentati per attiva proliferazione: ma oltre all' aumento di essi, havvi ancora nel connettivo subpapillare una notabile infiltrazione di cellule piccole, rotonde, polinucleate e più spesso mononucleate, linfocitoidi, specie attorno ai capillari subpapillari, tanto che in qualche sezione microscopica formano veri ammassi. Invece nella parte centrale del derma manca, o è assai scarsa, siffatta infiltrazione cellulare. Sono evidenti, sebbene in minor numero, anche le *plasmacellule*, in prevalenza perivasali. Orbene, l' alterazione sopradescritta costituita da focolai parvicellulari è più evidente nelle sezioni fatte alle due estremità del nastro del frenulo reciso, specialmente presso la inserzione inferiore, ed essa ci starebbe ad indicare che anche il frenulo soprannumerario fu coinvolto nel processo infiammatorio reattivo, propagatogli dalla leggiera *balano-postite*, accesasi per la vicina *parauretrite blenorragica*.

Ciò che più colpisce in queste sezioni microtomiche del frenulo soprannumerario è la grande ricchezza dei vasi, di cui ho già fatto menzione più sopra: questi vasi però, oltre ad essere numerosi, sono anche di cospicue dimensioni, quali non si vedono nel derma normale della pelle e di alcune mucose esterne. Fra queste si notano anche alcune trabecole vasali di forma varia, ora triangolare, ora rotondeggiante, fatte di un solo loculo o di più loculi comunicanti, fornite di spesse pareti, e sovente ripieni di sangue. Del resto i vasi vedonsi assai bene nelle sezioni tinte con safranina. e di solito si presentano tagliati di traverso e in obliquo, e mentre i più piccoli stanno al disotto delle papille, i più grandi s' incontrano nella parte media del derma, come dimostrano le Fig. 5ª, 6ª.

Di mano in mano che si va dal centro verso le estremità laterali della sezione trasversa i vasi, pur mostrandosi assai numerosi, si fanno gradatamente più piccoli.

Concludendo: il derma del frenulo soprannumerario, sia nella sua *pars papillaris*, sia specialmente in tutta la sua spessezza, è fornito a dovizia di vasi, laddove, come è noto, la zona media (*strato reticolare*) normalmente è la parte meno vascolarizzata della pelle.

Questa particolarità di struttura è qui intimamente connessa ad una condizione ana-

tomica, vale a dire alla mancanza assoluta dell'*ipoderma*, o pannicolo adiposo, nella sostanza del frenulo soprannumerario, per modo che non potè sistemarsi la trama vasale per costituire il piano inferiore della circolazione nel pannicolo adiposo stesso.

Rispetto alla struttura dei vasi, poco ho da dire: oltre i capillari papillari e subpapillari, costituiti da solo endotelio, si trovano vasi medi e grandi nei quali il rivestimento endoteliale è assai spiccato e si mostrano forniti di una tunica avventizia di variabile spessezza, ma di solito proporzionata alle dimensioni del vaso, e rafforzata dallo scarso connettivo circostante del derma. Qua e là, ma sempre nella parte centrale, si trovano sezioni di lacune vasali, fatte da spazi di varia forma e grandezza, come si vede nelle Fig. 7ª, 8ª.

Ma un'altra particolarità della circolazione sanguigna nella sostanza del frenulo soprannumerario si rileva a tutta prima dall'osservazione microscopica. Tenendo conto che le sezioni del frenulo suddetto sono fatte in direzione trasversa, e che i vasi, specie i profondi, in esse contenuti, si presentano d'ordinario tagliati di traverso, si può ricostruire abbastanza facilmente la distribuzione vasale entro la sostanza del frenulo medesimo. Si può dunque pensare che i vasi più grandi scorrano quasi tutti longitudinalmente nella spessezza del frenulo, e da questi partendo altri vasi comunicanti in minor numero e di minor dimensione, formino tutti un vario intreccio, o una rete irregolare. (Fig. 4ª, 5ª, 6ª).

Dai vasi più esterni, o superficiali, sorgono rami ascendenti che forniscono le sottili anse papillari, delle quali nei preparati si scorge qualche sezione.

Tanta ricchezza di vasi in uno spazio così ristretto, com'ancora la distribuzione speciale di essi, non che le loro cospicue dimensioni, ci farebbero proclivi a ritenere che il tessuto del frenulo soprannumerario dovesse essere soggetto a cambiamenti diversi, sì nella sua spessezza, sì nella sua lunghezza, e che perciò esso fosse atto ad inturgidirsi e detumefarsi, secondo che varia lo stato del pene tanto nell'erezione, come nella flaccidezza. In breve, la struttura del frenulo soprannumerario si avvicinerebbe, pei suoi caratteri anatomici, a quella dei tessuti erettili.

E che veramente vi siano condizioni acconcie a regolare tanta ricchezza di circolazione nel frenulo soprannumerario, se ne ha un'altra prova manifesta nell'abbondanza del tessuto elastico che spicca nella spessezza del derma, interamente posto a servigio della rete vasale. Infatti nelle sezioni, tinte con soluzione di orceina (Taenzer-Unna), e usando d'un medio ingrandimento per ottenere un più largo campo visivo, si scorge assai bene la trama elastica nella sua disposizione e nella sua equa ripartizione. Le fibre elastiche si mostrano sottili, e mentre alcune si dispongono in forma di reticolo, altre, e in maggior numero, si riuniscono a fascicoli spiraliformi attorno ai vasi e alle trabecole vasali.

Riesce poi evidentissima la ripartizione della trama elastica, in quanto che questa è assai ricca e uniforme nella parte più centrale della sezione, specie là ove abbondano i vasi; invece va diminuendo di mano in mano verso la periferia, finchè nelle papille si riduce a qualche fibrilla spiraliforme isolata. (Fig. 4ª, 5ª, 8ª, Tav. II).

È da rilevare che in quelle sezioni microtomiche, nelle quali havvi una copiosa infiltrazione parvicellulare, le fibre elastiche, o sono assai scarse, o mancano del tutto.

Infine, il frenulo soprannumerario, oltre che privo di panicolo adiposo, è poverissimo

di elementi muscolari lisci: infatti appena qualche fascetto di fibro-cellule muscolari mi fu dato di trovare nella spessezza del derma.

Del pari nelle molte sezioni, fatte in tutta la lunghezza del frenulo stesso, non si rinvennero organi ghiandolari, nè sebacei, nè sudoriferi.

b) Rispetto al rivestimento epidermico, ecco quanto è dato di rilevare: questo è assai spesso e forma una fascia abbastanza regolare attorno alla massa dermica nastriforme del frenulo soprannumerario. Inferiormente vedesi lo strato *malpighiano*, costituito da zaffi di solito conico-cilindrici, piuttosto grossi e tozzi, disposti con una certa regolarità e abbastanza uniformi per lunghezza in quasi tutto il contorno della sezione ovale, tranne che ai lati di questa, nei quali si fanno più lunghi, ora tubuliformi, ora ricurvi, ora irregolari per gemme laterali, ora ramificati e d'aspetto aciniforme, o terminati a bottoni che si spingono profondamente nel derma, senza che essi mostrino alcuna tendenza a subire speciali cambiamenti morfologici ed isto-chimici, conducenti ad una trasformazione ghiandolare. In qualche sezione vedonsi qua e là alcuni bottoni epiteliali, vere isole epidermiche entro la sostanza del derma, dovuti a zaffi *malpighiani* tagliati nelle loro estremità. Nello strato *basale* dei zaffi assai manifesti sono gli elementi cilindrici poggianti sulle papille. È da notare qui la presenza del pigmento, fatto di sottili granuli bruni, è raccolto nel protoplasma delle cellule basali stesse, le quali in alcune sezioni, per la copia del medesimo, si presentano mascherate nella nella loro parvenza cellulare. Al di sopra di questo strato le cellule malpighiane di tutta la zona media epidermica sono poliedriche e lasciano vedere distintamente (ma con forte ingrandimento) il loro contorno munito di sottili ciglia. Nè meno spiccato è lo strato *granuloso*, il quale forma una fascetta ondulata costituita da due, o anche da tre ordini di cellule losangiche ricche di molti granuli di cheratojalina, come bene si manifestano per la colorazione coll'*ematossilina.* Da ultimo uno straterello sottile, biancastro, semidiafano, ricopre lo strato granuloso, e tende a distaccarsi in alcuni punti del contorno della sezione microtomica; con questo termina il rivestimento epidermico del frenulo soprannumerario. Le cellule epiteliali, onde questo risulta, sono piatte, di forma poligonale, fornite di un nucleo rotondeggiante, ben colorato coll'ematossilina e alquanto spostato dal centro. (Fig. 1ª, 2ª, 5ª, 6ª, Tav. II).

Un fatto degno di nota è la presenza di parecchie cellule epidermiche, mostranti varie figure cariocinetiche non solo nello strato *basale*, ma ancora negli epiteli degli zaffi malpighiani. In pari tempo una modica *diapedesi intercigliare leucocitica* si nota nello strato *malpighiano*, più abbondante però dove maggiore è l'infiltrazione infiammatoria del corpo papillare sottostante. Questi due fatti, l'attività formativa spiegata dalle cellule epidermiche e la *emigrazione intercigliare leucocitica*, sono ambedue la conseguenza della *balanopostite* sopradescritta.

Da quanto è stato detto fin qui, due fatti spiccano chiaramente intorno alla struttura del frenulo soprannumerario; l'uno riguarda l'analogia del medesimo coi tessuti erettili,

sebbene da questi si allontani per la scarsezza di elementi muscolari lisci; l'altro richiama, sotto certi rispetti, la struttura della mucosa del ghiande. Infatti la ricchezza dei vasi e delle trabecole vasali, trovate nel derma del frenulo soprannumerario, lo ravvicina assai al tessuto spugnoso del ghiande. Non basta: il rivestimento epiteliale sopradescritto somiglia perfettamente all'epitelio della mucosa del ghiande, sia per la sua spessezza, sia per la forma e grandezza dei zaffi malpighiani, sia per la copia dol pigmento, laddove, messo a riscontro col rivestimento epiteliale della faccia interna del prepuzio, si vede tosto che si allontana grandemente pei caratteri sopradescritti.

Concludendo: la struttura istologica dermo-epidermica del frenulo soprannumerario si avvicina assai di più a quella della mucosa del ghiande che non a quella del prepuzio.

B) ***Seconda Biopsia.***

Fu eseguita (sempre col consenso del paziente) la seconda recisione del Frenulo soprannumerario nel Caso VIII, e il pezzo reciso fu conservato in alcool assoluto.

Le sezioni microtomiche, fatte su tutta la lunghezza del nastro reciso, furono trattate cogli stessi metodi di colorazione sopramentovati. Come si è detto più sopra, la forma del detto frenulo soprannumerario era alquanto diversa da quella descritta: dappoichè mentre il primo era piatto e *nastriforme*, il secondo invece era piatto in apparenza, se fortemente disteso, mentre stirato moderatamente appariva piuttosto *cordoniforme*. Nel reciderlo si cercò di distaccarlo dalla superficie *balanica*, in guisa da lederlo nella sua forma il men che si potesse.

Per siffatta conformazione è evidente che le sezioni microtomiche, fatte di traverso, si presentano alquanto ovali, o rotondeggianti, sebbene non sieno di uguali dimensioni in tutta la lunghezza del frenulo soprannumerario.

Se ora noi ci facciamo ad osservare con piccolo ingrandimento alcune sezioni, prese a diverse altezze del pezzo reciso, ci avvediamo subito che il frenulo soprannumerario non è pieno, come l' altro precedentemente descritto, ma è *cavo* in tutta la sua lunghezza. Del resto in esso possiamo distinguere le seguenti parti:

1° Un *canalino centrale* rivestito da epitelio;

2° Una *fascia dermica*, circostante a questo canale, formante la zona media;

3° Un *rivestimento epidermico esterno*, che ricuopre quasi interamente questa fascia dermica.

Anche da questo abbozzo di descrizione risalta subito la differenza fra i due frenuli soprannumerari, differenza che si farà meglio palese più tardi.

a) Cominciando a studiare il *canalino centrale*, questo, sebbene piccolo, può in alcuni tratti, permettere il passaggio d' una setola, o anche d' un sottile specillo. Appare il lume di esso non solo di varia grandezza, ma anche di forma varia, secondo le diverse altezze della sezione fatta sul frenulo soprannumerario. Infatti verso l' estremità superiore, o *balanica*, è di forma *ovale*, o anche *triangolare*, come nelle Fig. 9ª, 10ª, col suo diametro più lungo, posto in direzione del diametro maggiore della sezione: quivi risiede alquanto fuori del centro della sezione medesima, e di poi sbocca all' esterno. Circa alla metà il sud-

detto canalino occupa il centro della sezione stessa, ed è *rotondeggiante*, per tornare poi ovale allungato verso l'estremità inferiore, o *prepuziale*, ove poi, come sarà descritto, va a terminare sotto forma di *doccia* aperta in corrispondenza d'una piccola piega nascosta verso il lato destro e alquanto posteriormente, non visibile, se non distendendo in quel punto il frenulo. (Fig. 11ª, 12ª, 14ª, 15ª Tav. II).

In un tratto della sua lunghezza il detto canalino presenta un *diverticolo* che si approfonda nella sostanza del derma, e che tagliato in traverso, o in obliquo, fa credere all'esistenza di uno, o due canalini *accessori*, ora contigui al primo, ora anche comunicanti con esso. Ma le sezioni che hanno colpito la parte centrale del diverticolo, lasciano vedere la cavità del medesimo, continuante col canalino centrale. Al contrario nelle sezioni, cadute sulla periferia, o sull'estremità inferiore del diverticolo, si nota di solito un grosso zaffo epiteliale infundibuliforme, che mostra nel mezzo una sottilissima fenditura, ultimo avanzo della cavità del diverticolo medesimo. Finalmente in qualche preparato si vede soltanto un zaffo pieno, ovvero la sezione trasversa di questo. (Fig. 13ª Tav. II).

Rispetto alla struttura del canalino, farò rilevare che la parete di questo è costituita da epitelio pavimentoso stratificato, avente i caratteri istologici dell'epidermide delle mucose esterne. Varia però la spessezza di questo rivestimento epidermico del canalino, secondo le diverse altezze delle sezioni microtomiche. Nell'estremità superiore (balanica) la parete epiteliale è ben sviluppata e posta a contatto del rivestimento epidermico esterno, anzi bene spesso anastomizzantesi cogli zaffi di questo; mentre se ne discosta di mano in mano che si scende in basso: in esso si distingue dapprima lo *strato di* Malpighi, fornito di piccoli e regolari zaffi disposti elegantemente a *raggiera* attorno al lume del canalino. Le cellule che lo compongono sono piccole: quelle basali sono cubiche, e al disopra di esse poggiano le cellule poliedriche aventi nucleo rotondeggiante: la membrana mostra appena minutissime spine. È poco apparente lo strato *granuloso*, mentre spicca abbastanza bene lo strato *lucido*, quantunque non distinguibile e separabile dallo strato superiore, di apparenza cornea, che formerebbe il margine interno del lume del canalino. Entro il vano di questo trovasi qualche cellula epiteliale piatta, fornita ancora di un nucleo elittico, pallido, e staccatasi insieme a detriti e a goccioline di grasso. (Fig. 9ª, 10ª Tav. II).

Le sezioni del frenulo, prese più in basso e nella metà di questo, mostrano la parete epiteliale del canalino assai più spessa, per modo che quivi spiccano zaffi malpighiani piuttosto corti e tozzi, disposti sempre a raggiera attorno al canalino medesimo. È naturale che all'ingrandirsi degli zaffi malpighiani, s'impiccioliscano i vani interpapillari; cosicchè alcuni sembrano talora a contatto fra di loro. Ma all'aspetto malpighiano degli zaffi non corrispondono interamente i caratteri istologici degli elementi. Infatti le cellule epiteliali, benchè conservino la stessa disposizione come negli zaffi, nullameno presentano un protoplasma chiaro ed una membrana molto sottile e pr va di spine. Inoltre mancano altri strati, il *granuloso* e quello *limitante* il lume del canalino, corrispondente allo strato *lucido* e al *corneo*, come si trovano nell'estremità balanica del canalino medesimo. Al contrario sullo strato malpighiano si distende una zona di cellule ovali, o leggermente fusate, aventi un nucleo ovale e un protoplasma chiaro, facile al distacco, ma priva di

cellule piatte. Siffatte modificazioni dell' epitelio, cominciate nel terzo superiore, si fanno evidentissime dalla metà del canalino fin verso la sua estremità prepuziale.

Come si è detto testè, circa alla metà del canalino centrale del frenulo, trovasi il diverticolo sopradescritto, il quale è pur esso rivestito da epitelio, continuazione dell'epitelio del canalino medesimo. Anche qui l'epitelio, foggiato in uno strato di varia spessezza, presenta gli stessi caratteri istologici di quello che riveste il canalino, formando in alcuni punti piccole sinuosità col derma sottostante, senza però dar luogo a sviluppo di veri zaffi.

Del pari nelle sezioni trasverse, o oblique del diverticolo, contenenti i sopramentovati canalini accessori, l'epitelio, che li riveste, presenta gli stessi caratteri. (Fig. 13ª Tav. II).

Infine il grosso zaffo sopradescritto, rappresentante la sezione della parte più periferica del diverticolo, ove cessa interamente la cavità di questo, si mostra costituito dal raddoppiamento dello strato epiteliale di rivestimento, simulante un infundibolo ghiandolare. Quivi le cellule epiteliali sono molto chiare, disposte in ordini assai regolari, tanto che l'esame microscopico può essere fatto con molta chiarezza. Ciò non ostante non mi venne fatto di scorgere in esse traccia alcuna di spine. (Fig. 11ª Tav. II).

Da ultimo nelle sezioni microtomiche dell'estremità inferiore, o *prepuziale*, del frenulo soprannumerario, ove il canalino si apre a guisa d'una doccia, l'epitelio di rivestimento presenta qualche particolarità di disposizione, degna di nota. Innanzi tutto l'epitelio del lume del canalino viene qui a far continuazione con quello che riveste esternamente il frenulo stesso. Siffatta disposizione, forse, potè originarsi in due modi: o per una *entroflessione* del rivestimento epidermico esterno, la quale, di mano in mano addentrandosi nel derma sottostante, venne a congiungersi e saldarsi coll'epitelio del lume del canalino: ovvero per una *estroflessione* dell'epitelio, rivestente il canalino stesso, per modo che esso, spingendosi in alto, andò a raggiungere quello del rivestimento epidermico esterno, fino all'orlo della doccia sopramentovata. (Fig. 14ª Tav. II).

Comunque sia, il fatto importante e indiscutibile è questo: che l'epitelio della cavità della doccia ha gli stessi caratteri istologici, come già si è accennato, dell'epitelio del canalino: il che verrebbe in appoggio alla seconda ipotesi. Aggiungerò ancora che il rivestimento epiteliale della doccia forma varie ripiegature entro la sua cavità, per modo che nelle sezioni verticali si vedono grossi zaffi ricurvi, o semilunari, alternati da sinuosità, e talora zaffi rotondeggianti, quando il taglio cadde di traverso sopra una delle dette ripiegature. In questo caso si può avere l'apparenza di isole epiteliali libere entro la cavità della doccia. Alcune di queste particolarità si possono vedere nella Fig. 14ª. quantunque occorra l'esame microscopico di parecchie sezioni per avere l'esatta immagine della varia disposizione che piglia il rivestimento epiteliale della doccia.

Ho voluto insistere coll'esame microscopico sulle sezioni trasverse delle ripiegature sopradescritte (nelle quali le cellule epiteliali erano assai ben sviluppate) per verificare in esse la esistenza della membrana spinosa: ma anche qui, come nell'epitelio del canalino, non si rinvenne traccia alcuna della medesima, sebbene si scorgessero piccole fessure chiare fra le cellule stesse.

Non lascerò di ricordare che entro la cavità del diverticolo e della doccia suddescritta

si notano bene spesso cellule epiteliali libere, staccatesi dalla superficie interna della medesima.

Un fatto importante che colpisce l'osservatore nell'esame di quasi tutte le sezioni (tranne, cioè, di quelle dell'estremità superiore, o balanica, del frenulo), è la presenza di molte cellule epiteliali in cariocinesi, di cui le figure più comuni sono quelle a *gomitolo*, a *monaster*, a *diaster*, e a *piastre equatoriali.* E sotto questo rispetto havvi a tutta prima molta somiglianza col frenulo precedentemente descritto. Se non che la differenza sta in ciò, che nel primo, se è notabile il numero delle cellule epiteliali in *cariocinesi*, nel secondo è assai maggiore, cosicchè in alcune sezioni sorprende la grande attività formativa in cui si trovano tali elementi.

Inoltre, se nel primo esemplare di frenulo soprannumerario quest'attiva formazione delle cellule epiteliali coincideva con evidenti lesioni flogistiche trovate nel connettivo dermico, in questo secondo invece, tranne qualche raro corpuscolo migratore fra le cellule epiteliali del canalino, manca, come si dirà in appresso, ogni reazione infiammatoria del derma. Il che farebbe ritenere che l'epitelio di rivestimento del canalino sopradescritto fosse per sè in attiva proliferazione e in continuo rinnovamento.

b) Attorno all'epitelio, formante la parete interna del *canalino centrale* del frenulo soprannumerario, sta la *fascia dermica* sopramentovata, la quale costituisce lo strato medio del frenulo stesso e in pari tempo la parte maggiore della sostanza di esso. Con piccolo ingrandimento appare questa fascia dermica d'aspetto fibroso abbastanza compatto, limitata internamente dall'epitelio del canalino centrale, ed esternamente dall'epidermide di rivestimento del frenulo. (Fig. 9ª, 10ª Tav. II).

Nel limite interno il derma si è disposto, come si è detto più sopra, variamente secondo l'altezza, in cui furono eseguite le sezioni microtomiche; per modo che mentre quelle del tratto superiore mostrano, attorno al canalino, disposte a raggiera e assai ben distinte le papille, rientranti nei vani interpapillari, quelle invece del tratto medio mostrano il derma che confina coll'epitelio mercè una linea ondulata, e in qualche punto mercè un rudimento di piccole papille. Il che, come ben si comprende, è in correlazione colla conformazione che piglia l'epitelio della parete del canalino. Anche attorno alla parete epiteliale del *diverticolo*, il derma segue qualche lieve ondulazione, o sinuosità di questa, e circonda regolarmente i canalini accessori. Quando invece si arriva al tratto inferiore, di nuovo il derma forma nel limite interno piccole e sottili papille, sebbene non in maniera uniforme su tutto il contorno del canalino medesimo. Da ultimo nelle sezioni dell'estremità prepuziale del frenulo suddetto il derma col suo margine interno segue l'irregolare contorno e le sinuosità della doccia formata dal canalino, senza dar luogo a vere papille per la irregolare disposizione dell'epitelio di rivestimento di questa parte.

Il limite esterno della fascia dermica è *interamente* contornato dal corpo papillare nell'estremità *balanica* del frenulo soprannumerario. Qui le papille formano una bella corona di sporgenze, di varia forma e grandezza, e soprattutto nell'estremità laterale della sezione ovale del frenulo stesso, ove esse sono lunghe, sottili, cilindriche, adattandosi ai vani interpapillari dell'epidermide soprastante. Al contrario in quei punti, nei quali, fatta

la recisione del frenulo, non tutta l'epidermide del rivestimento esterno venne asportata, ma questa rimase aderente alla mucosa balanica, il corpo papillare fa mostra di sè soltanto in alcuni punti del contorno delle sezioni microtomiche. Si hanno infatti sezioni, meglio riuscite, nelle quali le papille spiccano nella parte superiore ed ai lati del loro contorno; ma spesso si vedono soltanto a tratti qua e là, secondo l'altezza, ove cadde il taglio. Comunque sono esse d'ordinario poco sviluppate, ora tozze, ora sottili e ora appena abbozzate, e sempre in connessione alla conformazione dell'epidermide sovrastante. Nel rimanente contorno della sezione il derma termina frastagliato e senza il confine papillare.

Intorno alla struttura istologica della fascia dermica poco si ha a dire. Come si è accennato testè, è formata da connettivo fibroso compatto, disposto d'ordinario in fasci circolari concentrici che salgono a festone nelle papille. S'incontrano però non raramente in alcune sezioni fasci fibrosi, tagliati in trasverso. Scarsa è la trama elastica, messa in evidenza dall'orceina; essa è fatta di fibrille ramificate, ove isolate, ove disposte a fascicoli, intercalati tra i fasci fibrosi. (Fig. 12ª Tav. II).

Abbondano i corpuscoli fissi, assai distinti e di forma fusata, poggianti sopra i fasci collageni, e attorno ai vasi.

Nè meno numerose sono le piccole cellule rotonde, mononucleate, linfocitoidi, situate specialmente al disotto delle papille del limite sia interno, sia esterno della fascia dermica. Per la copia di questi elementi in alcune sezioni, si può ritenere che nel tessuto dermico si abbia una ricca proliferazione di connettivo ed un più o meno rapido rinnovamento del medesimo. (Fig. 15ª, 16ª Tav. II).

Anche qui havvi ricchezza di vasi, ma questa è alquanto minore di quella trovata nell'altro frenulo sopradescritto. Inoltre vi si notano soltanto capillari e piccoli vasi: mancano assolutamente vasi ettasici e trabecole vasali. Puo dirsi che in quasi tutte le sezioni i vasi d'ordinario sono tagliati di traverso, per modo che la loro disposizione è parallela all'asse del frenulo: in altri termini scorrono essi longitudinalmente entro la sostanza del frenulo stesso. Però vi è da notare che la distribuzione loro è qui più uniforme di quella osservata nell'altro esemplare. L'endotelio dei capillari, fatto di cellule ovali fornite d'un grosso nucleo, è assai evidente. In qualche piccolo vaso, munito d'una sottile avventizia, si notano talvolta due serie concentriche contigue di cellule periteliali. I capillari subpapillari d'ordinario sono ripieni di sangue.

Sebbene assai raro, verso la parte media della fascia dermica spicca ben distinto qualche fascetto di fibre muscolari liscie, libero nella sostanza del derma stesso.

Mancano anche qui organi ghiandolari.

c) Da ultimo, passando a dire brevemente del *rivestimento epidermico*, questo (come si è detto per il corpo papillare) circonda interamente l'estremità superiore, o *balanica*, del frenulo, ove si apre l'orificio del canalino. Tale rivestimento presenta quivi una notabile spessezza: infatti, manda nel derma zaffi malpighiani lunghi e sottili, disposti con una certa uniformità attorno alla sezione ovale della fascia dermica, e lunghissimi, cilindrici e paralleli fra di loro alle due estremità della sezione stessa. Al disotto di questo punto il rivestimento epidermico non è di molto spesso, ma abbastanza uniforme: pre-

senta nella parte profonda zaffi malpighiani corti, tozzi (in qualche punto appena abbozzati), ma disformi per spessezza, quali più sottili, quali più grossi e lunghi, lasciando al solito piccoli vani interpapillari. Lievi differenze di conformazione e spessezza notansi nello strato malpighiano, secondo la diversa altezza delle sezioni microtomiche. E in ciò havvi perfetta armonia colla conformazione del corpo papillare del derma sopradescritto. Tutto il rimanente rivestimento epidermico forma uno strato orizzontale, terminante con una linea leggermente ondulata. (Fig. 9ª, 10ª, 15ª, 16 Tav. II).

Appena occorre dire qui che la sua struttura è fatta di epitelio pavimentoso stratificato, avente caratteri affini all'epitelio della mucosa balanica. Ho detto *affini*, in quanto che le cellule epiteliali, tranne qualche lieve modificazione, offrono presso a poco le stesse forme e la stessa disposizione nei diversi loro strati. Comunque è d' uopo rilevare che nell'estremità balanica del frenulo gli strati epidermici sono tutti nettamente rappresentati: diffatti oltre lo strato *malpighiano*, nel quale gli epiteli mostrano ben distinta la membrana spinosa, si nota lo strato *granuloso*, costituito da più ordini cellulari, sul quale poggia lo strato *lucido*, che finisce con cellule piatte mostranti ancora il loro nucleo, e facilmente esfogliantesi. Scendendo più in basso, le sezioni microtomiche fanno vedere gli strati epidermici alquanto modificati: infatti, le cellule malpighiane appena permettono di scorgere in esse sottili e corte spine, mentre lo strato *granuloso* si fa più tenue e non è ben appariscente per il contenuto cheratojalinico, come lo era nelle sezioni dell' estremità balanica, finchè verso la metà e in basso non lascia scorgere più traccia di sè. Lo stesso dicasi dello strato più esterno di cellule piatte, assai più sottile e meno compatto.

Merita infine di accennare: 1°) che è rarissimo il reperto di qualche corpuscolo migratore fra le cellule epiteliali di alcun zaffo malpighiano; 2°) che nello strato basale del rivestimento epidermico non si rinvenne mai la presenza del pigmento; 3°) come pure in nessuna delle molte sezioni microtomiche fu dato di scorgere figure *cariocinetiche* nelle cellule malpighiane del medesimo.

Dalla descrizione di questi due frenuli soprannumerari, recisi per investigarne la struttura istologica, possiamo ora porci sotto pochi punti di vista le somiglianze e le piccole differenze che fra di loro si fanno palesi:

1° Nel *primo* il *rivestimento epidermico esterno* presenta una perfetta somiglianza coll'epidermide della mucosa balanica, sia per la sua spessezza, sia per la divisione ben distinta degli strati cellulari, e sia per la presenza del pigmento nellè cellule basali: nel *secondo* invece havvi soltanto affinità (tranne nell'estremità superiore, o *balanica*, del frenulo stesso) rivelantesi, sia per la minore spessezza dell'epidermide, sia per la poca nettezza degli strati, e in specie dello strato *granuloso*, sia per la poca evidenza delle spine nelle cellule malpighiane, e in fine per l'assoluta mancanza del pigmento nelle cellule basali.

2° Il *derma* nel *primo* è molto ricco di vasi, di trabecole vasali e di trama elastica, tanto da avvicinarsi alla struttura dei tessuti erettili, e perciò anche a quella della mucosa balanica: laddove nel *secondo* havvi minor copia di vasi, e vi si nota ancora scarsezza di fibre elastiche. Inoltre, mentre nel derma del *primo* si hanno infiltrazioni infiam-

matorie evidenti con diapedesi intra-epidermica, nel *secondo* invece non vi è alcun segno che mostri essere stato attaccato il tessuto dermico da un processo flogistico.

3° La più spiccata differenza dal *primo* è la presenza del CANALINO CENTRALE del *secondo:* e siffatto canalino, come fu descritto, è rivestito d'epitelio, nel quale sono avvenute alquante modificazioni di struttura, di guisa che esso si allontana dal tipo ordinario, ossia da quello dell'epidermide della pelle e delle mucose esterne, non solo per l'assenza di alcuni strati, ma principalmente per la mancanza della membrana spinosa nelle cellule dello strato profondo. In pari tempo nell'estremità prepuziale, ove trovasi la fessura del canalino, l'epitelio di questo si continua e si confonde con quello del rivestimento esterno.

Tutti questi fatti, nel loro insieme, non sono privi di valore: possono invece tornare utili nel ricercare l'origine del frenulo soprannumerario.

Teratogenesi del frenulo soprannumerario

Avendo stabilito che il frenulo soprannumerario è formazione congenita, è d'uopo risalire a fatti di anomalie, avvenute durante la vita fetale, per tentare la spiegazione intorno al suo meccanismo di sviluppo. E sotto questo rispetto si può pensare a diverse maniere di anomale formazioni.

1° Innanzi tutto il frenulo soprannumerario potrebbe significare un *resto di sinechie balano-prepuziali*, le quali, avendo acquistato una notabile spessezza ed un'avanzata organizzazione, non fossero più atte al distacco totale, a cui per legge fisiologica sono destinate nella vita extra-uterina.

Siffatta condizione anatomica, costituita da aderenze di varia forma, lunghezza e spessezza, tra la faccia interna del prepuzio e la superficie del ghiande, fu conosciuta fino dai tempi più remoti e denominata, molto propriamente, « SYNBALANOPOSTION ». Di questo vizio congenito (e talvolta accidentale) si distinsero diversi gradi, e furono per esso proposte diverse cure.

Ma senza entrare in queste particolarità, stimo opportuno di stabilire di quali sinechie congenite balano-prepuziali si vuole qui parlare, prima di discutere se da esse possa avere origine il frenulo soprannumerario.

A questo proposito credo utile, dapprima riferire le ricerche istologiche del Bokai sul fimosi congenito, mercè le quali si è dimostrato, fin dal 1860, e di poi nel 1871, che le sinechie congenite del prepuzio col ghiande si formano, allorchè le due lamine epiteliali balano-prepuziali, venendo fra loro a mutuo contatto, si saldano insieme, conservandosi nel feto le cellule epidermiche delle medesime allo stato giovane. Al contrario nella vita extra-uterina, siffatte aderenze si distaccano per un processo di corneificazione degli strati più centrali delle cellule epidermiche stesse, e così il prepuzio si rende libero dal ghiande.

Quando però siffatte aderenze epiteliali permangono, allora, secondo il Bokai, raggiungono un' organizzazione più stabile, tanto che, per distaccarle, si provocano necessariamente emorragie. Su queste particolarità di struttura delle sinechie congenite, tornerò più tardi. Intanto mi piace rilevare che nella genesi delle sinechie balano-prepuziali permanenti non viene stabilito dal Bokai quali elementi istologici vi piglino parte, e se cioè rimangano esse costituite da solo epitelio, o se in esse vi entri anche il connettivo (1).

Comunque, gli studi del Bokai sul fimosi congenito trovarono appoggio e conferma nelle ricerche embriologiche fatte nel 1866 dallo Schweigger-Seydel, per le quali si è dimostrato che il saldamento fra la lamina prepuziale e la superficie balanica avviene, allorchè dall'orlo posteriore del ghiande spunta e si avanza gradatamente la piega cutanea, primo rudimento del futuro prepuzio, per andare a ricoprire il ghiande stesso. In questo momento, l'epitelio della faccia interna di questa piega (*plicatura praeputialis*) resta intimamente saldato a quello della superficie balanica, e soltanto più tardi, per fusione degli elementi più centrali, verrebbe spontaneamente a distaccarsi (2).

Di contrario avviso è Vincenzo Colucci, intorno alla genesi delle sinechie balano-prepuziali, studiate con metodo comparativo in due pregevoli lavori. Infatti, rispetto alla questione del fimosi congenito, se egli è d'accordo nell'ammettere che le sinechie permanenti prepuziali sono costituite dall'epitelio balano-prepuziale, dissente però dal Bokai e dallo Schweigger-Seydel per due principali ragioni (3).

Dapprima il Colucci ammette una diversa origine dell'epitelio balano-prepuziale, facendo derivare questo non dalla matrice epiteliale preesistente, ma dalle cellule connettive limitanti. E di questa origine connettivale, o *mesodermica*, dell'epitelio balano-prepuziale, riconosce la prova convincente nel pene degli agnelli *a manto nero*, nei quali potè vedere che i rapporti delle cellule epiteliali basali col connettivo embrionale circostante erano così intimi da far ritenere « che ivi si trattasse di due strati epiteliali, la » matrice dei quali era appunto il connettivo esterno ed interno che li circondava ». E che si originasse da due punti diversi l'epitelio balano-prepuziale, il Colucci trova il principale argomento nel fatto, che lo strato interno è *pigmentato*, laddove l'*esterno* è *privo di pigmento.*

Ma non è soltanto qui il disaccordo del Colucci col Bokai, e conseguentemente collo Schweigger-Seydel, sibbene sulla formazione del prepuzio e sull'adesione di questo colla superficie del ghiande. Dappoichè il Colucci ritiene che il prepuzio si sviluppi direttamente dagli elementi istologici della *papilla sessuale*, in forma di una lamina,

---

(1) Bokai. Die zellige Verklebung der Vorhaut mit der Eichel bei Knaben in physiologischer und pathologischer Beziehung. *Jahrbuch für Kinderheilkunde*, Leipzig 1871. Lo stesso lavoro pubblicato prima nel giornale ungherese *Orvosi hetilap* 1860.

(2) Schweigger-Seydel. *Virchow's Archiv.* Bd. 38. pag. 219, T. XXXVII. 1886.

(3) V. Colucci. Alcune osservazioni sulla fimosi congenita. *Rivista clinica di Bologna*, Marzo 1872, pag. 80.

Lo stesso. Ricerche anatomiche su i rapporti del prepuzio col glande nell'agnello. *Gazzetta Medico-Veterinaria*, Anno II, Fasc. di maggio e giugno. Milano 1872.

composta di due strati, facente parte colla papilla sessuale medesima. Adunque l'adesione del prepuzio col ghiande per il Colucci non si fa, ma è già di per sè una formazione primitiva, originatasi dalla *papilla sessuale* per una proliferazione dell'epitelio, proveniente dalle cellule giovani del connettivo circostante ad esso: più tardi per un processo di corneificazione dello strato medio dell'epitelio balano-prepuziale si formerebbe il distacco del prepuzio dal ghiande.

Anche il Dühring, come il Colucci, nega l'origine del prepuzio dalla piegà cutanea, stendentesi dal solco genito-urinario sul ghiande già precedentemente formato: ma contrariamente al Colucci ammette che il prepuzio si sviluppi, per la formazione di un zaffo epiteliale, che dall'apice del ghiande si distenda sul medesimo aderendovi, e lo ricopra a guisa di una campana (1).

Per rispetto alle aderenze balano-prepuziali, il Klebs, mentre è contrario all'opinione dello Schweigger-Seydel, non è d'accordo in tutto col Colucci. Infatti egli ammetterebbe (contrariamente al Colucci) che l'epitelio balano-prepuziale sia di origine *ectodermica*, anzi sarebbe lo stesso epitelio superficiale del ghiande il quale, penetrando nella spessezza di questo, verrebbe a separare da tutta la superficie balanica una lamella di tessuto che non sarebbe altro che il rudimento del prepuzio. Ora l'aderenza di questa lamella col ghiande formerebbe, secondo il Klebs, (in ciò d'accordo col Colucci) una separazione incompleta e non una vera saldatura, la quale lamella per degenerazione degli elementi suoi più centrali si distaccherebbe in appresso (2).

Il Tourneux, tanto sullo sviluppo del cercine prepuziale, quanto sull'aderenza del prepuzio al ghiande, si accorda pienamente coll'opinione dello Schweigger-Seydel: dissente soltanto da questo, ammettendo che nell'inizio di sviluppo del prepuzio non vi sia un limite vero fra gli elementi epiteliali e le cellule mesodermiche; e in questo si accorda col Colucci. La distinzione, secondo il Tourneux, avverrebbe dal IV al VI mese per la formazione di uno strato *basale* nella faccia esterna dell'epitelio balano-prepuziale in seguito ad una sostituzione, o modificazione epiteliale. Allora l'orlo *distale* del cercine prepuziale s'infosserebbe nell'epitelio del ghiande, dividendo quest'ultimo in due lamine, l'una profonda, interposta fra il ghiande e il prepuzio (epitelio balano-prepuziale), e altra che riveste la faccia esterna del prepuzio. Più tardi il distacco dell'epitelio balano-prepuziale avverrebbe per fusione dello strato medio di questo (3).

Del pari sulla genesi del prepuzio e sull'aderenza dell'epitelio balano-prepuziale non havvi differenza sostanziale fra l'opinione dello Schweigger-Seydel e quella del Retterer. Questi ammette che la limitazione del ghiande si faccia per un solco semicircolare, per una specie di strozzamento, sul dorso e sulle parti laterali della papilla sessuale, in seguito ad una entroflessione dell'ectoderma: infatti nel fondo del solco si presenterebbe ben presto un addensamento, o *germogliamento dell'ectoderma*, » affectant la

(1) Citato dal Röna. (Arch. für Dermat. u. Syphil. 1897 p. 27).
(2) E. Klebs. Handbuch der pathol. Anat. Bd 1, 2ª Abtheil. p. 1140. 1876.
(3) Tourneux. Journal de l'Anatomie et de la Physiol, pag. 247 et 260. 1889.

forme d'une nappe en croissant ». Questo è il rudimento del prepuzio che, crescendo da di dietro in avanti, verrebbe a formare un invaginamento del ghiande, aderendo alla superficie dei medesimo. In questo invaginamento a *nappo* si contiene l'epitelio balano-prepuziale, risultante di tre strati: 1° uno strato *basale* interiore, o *balanico*, avente uno o due ordini di cellule cilindriche con nucleo allungato; 2° uno strato *basale posteriore* o prepuziale, composto di cellule cubiche, fornite d'un nucleo rotondo, rivestente la faccia interna dell'abbozzo prepuziale fino all'orlo prepuziale; 3° uno strato *medio*, risultante di quattro o sei ordini di cellule poliedriche. Ed è in questo strato *medio* che più tardi avviene la separazione delle due faccie epiteliali (prepuziale e balanica) per fusione delle dette cellule (1).

Di questo stesso avviso è Giulio Valenti, il quale, mentre nega la teoria dello Schweigger-Seydel sullo sviluppo del prepuzio, ammette che questo avvenga entro la papilla sessuale medesima, per la formazione di due strati di cellule epiteliali, fra i quali sono altre cellule irregolarmente disposte, meno serrate, più grandi e formanti uno strato *intermedio*; ora le cellule di questo strato, degenerando, permettono la separazione delle due faccie epiteliali, balano-prepuziali (2).

Senza fermarmi più oltre a riferire le opinioni degli embriologi intorno all'origine del prepuzio e sull'aderenze congenite balano-prepuziali, farò soltanto rilevare che se la teoria dello Schweigger-Seydel non è in tutto accettata dalla maggioranza degli embriologi, altrettanto può dirsi dell'opinione del Colucci e del Tourneux, colla quale si ammette che l'epitelio balano-prepuziale derivi da un differenziamento delle cellule connettive limitrofe. Fin qui almeno non è giustificato allontanarsi dalle leggi generali della embriologia, per le quali l'epitelio balano-prepuziale deve ritenersi d'origine *ectodermica*.

E ora, tornando alla genesi del frenulo soprannumerario, se la permanenza di una sinechia appare a tutta prima come condizione più ovvia a spiegarne lo sviluppo, non è così, se per poco si rifletta, alla struttura istologica della medesima.

Non è d'uopo che io dica qui come le sinechie nel fimosi congenito, essendo fatte, fin dal loro inizio, di solo epitelio, dovrebbero fornirsi secondariamente di tessuto connettivo, per acquistare la struttura del frenulo soprannumerario, e per avere quella elasticità e distendibilità, onde questo è provvisto. Ma, sebbene sia verosimile la penetrazione di elementi istologici del connettivo embrionale entro le lamine epiteliali del fimosi congenito, nullameno essa è da dimostrarsi ancora. Intanto però è un fatto che le sinechie, riscontrate dopo la nascita nei bambini, secondo le ricerche del Bokai (e come ho trovate io stesso in alcuni individui), si mostrano facilmente sanguinanti, quando vengono distaccate. Il che vuol dire che le dette sinechie si sono fornite di connettivo e di vasi, come si trova nel frenulo soprannumerario: sono, in altri termini, formazioni dermo-epidermiche,

---

(1) Ed. Retterer. Du développement du prépuce, de la couronne du Gland et du col du pénis chez l'embryon humain. *Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de Biologie.* T. 2° Nouv. Sér., pag. 528. Paris 1890.

(2) G. Valenti. Sopra le fossette laterali al frenulo del prepuzio. Nota. *Atti della Società toscana di scienze naturali.* Vol. IX, Fasc. 1°. Pisa 1887.

nelle quali il rivestimento sarebbe fatto dall' epitelio preesistente balano-prepuziale, e il connettivo proverrebbe, o dagli elementi del derma prepuziale, o dalla superficie balanica.

A tal proposito riferirò qui quanto mi fu dato di vedere in alcuni casi di sinechie congenite ed acquisite, le quali, nonostante le differenze istologiche dovute alla loro diversa origine, mi si offrirono sempre costituite dal derma e insieme dall' epidermide. Adunque la questione sta tutta ristretta in questi termini: nel dimostrare le condizioni che favoriscono la proliferazione di elementi del connettivo embrionale fra gli strati dell' epitelio balano-prepuziale nei primi momenti di sviluppo del ghiande.

A spiegare la neoformazione del connettivo nelle sinechie congenite, e conseguentemente nel frenulo soprannumerario, si può ricorrere a diverse interpretazioni, sulla guida di alcune ipotesi.

Una spiegazione molto semplice si potrebbe trarre dalle ricerche istologiche del Retterer, mercè le quali egli riterrebbe di aver dimostrato che l' epitelio degli organi genito-urinari esterni continuasse nell' adulto, sia nello stato normale, sia dopo lesioni accidentali, a fornire elementi trasformantisi in tessuto connettivo, per dar luogo alla formazione del derma, e perfino del tessuto muscolare liscio. Siffatta maniera di sviluppo del connettivo dall' epitelio negli animali superiori e nell' uomo, oltre che per ora non è in accordo colle leggi generali dell' Embriogenesi, non ha avuto fin qui, per rispetto all' epitelio balano-prepuziale, nè una dimostrazione chiara ed evidente da parte del Retterer, nè una conferma da altri istologi (1).

È d' uopo pertanto restringere lo studio dell' argomento, ammettendo una doppia origine delle sinechie, ectodermica e mesodermica; e qui si presentano due altre ipotesi.

Innanzi tutto si potrebbe pensare che, o per speciali condizioni *in loco*, o per stimoli accidentali, avvenisse un' emigrazione di elementi embrionali tra lo strato epiteliale del cappuccio balano-prepuziale. Il che non è inverosimile, tanto più se si tien conto che nel margine inferiore del ghiande, ove più tardi si svilupperà la corona del medesimo, si trova un gran numero di cellule embrionali a contatto dell' epitelio. Tuttavolta, come ho detto più sopra, a me non venne mai fatto di trovare la presenza di elementi di tal genere, emigrati fra le cellule epiteliali, sebbene abbia io investigato parecchi casi di fimosi congenito, e anche di sinechie congenite. Comunque, occorrono nuove ricerche istologiche per incontrarsi nei primi momenti di formazione delle sinechie congenite.

E in quale altro modo si può pensare che avvenga la penetrazione di elementi embrionali entro gli strati dell' epitelio balano-prepuziale, per formare o le sinechie, o il frenulo soprannumerario? Ammettendo che il cappuccio epiteliale balano-prepuziale, sia per ostacolato sviluppo, sia per degenerazione dei suoi elementi, o per corneificazione dei medesimi nella parte centrale, come hanno riscontrato molti istologi (Koelliker, Bokai, Colucci), venga a mancare in un punto qualsiasi, e in questo penetri il connettivo confinante, tanto della lamina interna prepuziale, quanto della faccia balanica, è facile pen-

(1) Ed. Retterer. Du rôle de l' épitelium dans le développement des organes génito-urinaires externes. *Comp. Rend. Soc. Biol.* T. 57° N. 23.

sare che esso rimanga racchiuso e rivestito dalle cellule epiteliali circostanti. Questa maniera di formazione delle sinechie avrebbe il suo appoggio in alcune depressioni più o meno profonde del cappuccio epiteliale balano-prepuziale, che non raramente si incontrano in alcune sezioni microscopiche del ghiande nel feto al VI e al VII mese. Siffatti infossamenti, o avvallamenti, da me incontrati più volte, si fanno d'ordinario dall'esterno, e, come ho visto in alcune sezioni, l'epitelio è tanto sottile nei suddetti infossamenti, che il connettivo del derma prepuziale sembra quasi venire a contatto con quello della faccia balanica.

Tutto questo, che procede chiaramente dalle due ipotesi sopra esposte, non ha niente d'inverosimile per la genesi delle sinechie congenite: ma soltanto ha di contro un'obbiezione, la quale si riferisce sempre alla sede costante del frenulo soprannumerario. Infatti le sinechie possono svilupparsi in qualsiasi parte della superficie balano-prepuziale, tanto le congenite che le acquisite, come si è trovato in moltissimi casi, e come ho visto io stesso in alcuni esemplari, due dei quali ho fatto rappresentare nella Tav. I, Fig. 9 e 10.

A spiegare la sede del frenulo soprannumerario, occorrerebbe stabilire che il saldamento congenito si formasse costantemente in corrispondenza della faccia anteriore, o *dorsale*, del ghiande, per una proliferazione di tessuto connettivo embrionale, circoscritta in quella regione: di guisa che, per siffatta neoformazione, l'epitelio balano-prepuziale (sia quando il feto viene alla luce, sia poco dopo la nascita di esso) si verrebbe a distaccare dappertutto, tranne in quella ristretta sede. Il che, per ora, non avrebbe appoggio sopra alcun fatto; ma nell'esporre più tardi altre maniere possibili di formazione del frenulo soprannumerario, tornerò sulla stessa questione. Comunque, volendo concludere, se per ora non può spiegarsi la sua costante localizzazione, rimane però come fatto indiscutibile che il tipo di struttura dermo-epidermica del frenulo soprannumerario è quello medesimo di qualunque sinechia congenita permanente.

Prima di chiudere questo punto, riguardante la genesi del frenulo soprannumerario dalle sinechie balano-prepuziali, è d'uopo rispondere ad una obbiezione che potrebbe esser mossa per uno degli esemplari, da me descritti.

Ammessa l'origine congenita del frenulo soprannumerario, nullameno si potrebbe dire che, avendo trovato evidenti alterazioni infiammatorie nel primo dei due frenuli recisi, la genesi del medesimo fosse dovuta ad un processo flogistico che si accese durante la vita intrauterina.

Contro siffatta obbiezione stanno alcuni fatti, da me esposti più sopra, e che qui brevemente voglio riassumere.

Che una sinechia balano-prepuziale possa svilupparsi sotto l'azione di un processo infiammatorio durante la vita intrauterina, non solo non è inverosimile, ma è un fatto confortato da esempi non infrequenti di aderenze fra l'amnios e il feto, accompagnate bene spesso da anomalie.

Ma nel caso da me sopradescritto il frenulo soprannumerario è da considerarsi come un'aderenza infiammatoria?

Una risposta negativa non mi pare difficile, quando si tenga conto, come ho detto,

dei caratteri anatomici generali del frenulo soprannumerario, fra i quali spiccano *la costanza di sede topografica, d'inserzione, di dimensione, nonché la regolare conformazione, la elasticità e distendibilità del medesimo:* fatti tutti che non potrebbero trovarsi così nettamente d'accordo, se il frenulo soprannumerario fosse il prodotto di un processo infiammatorio cronico. Ma nel caso da me descritto, la storia clinica e il reperto istologico escludono in modo assoluto l'origine infiammatoria del frenulo soprannumerario. Infatti risulta chiaramente che, per la coesistenza di un *canale parauretrale,* l'uretrite blenorragica, di cui fu affetto il paziente, propagossi anche al canalino parauretrale stesso. È da questa *parauretrite, o uretrite esterna,* che si accese la flogosi balanica, e si diffuse anche al frenulo soprannumerario. Però la prova più convincente ce l'offre l'esame istologico, dal quale si rileva che la infiltrazione flogistica, oltre che di modico grado, è di data piuttosto recente (malgrado la presenza delle plasma-cellule); inoltre si mostra molto più attiva verso l'inserzione inferiore, o *prepuziale,* là dove la balanite era di maggior grado.

Che si dirà poi dell'altro frenulo, in cui l'esame microscopico escluse in modo assoluto un processo infiammatorio? Che si dirà del canalino epiteliale, trovato nella parte centrale del medesimo? Siffatta costituzione anatomo-istologica del frenulo soprannumerario suddetto non può certamente riconoscere la sua genesi in un processo infiammatorio cronico, che è quanto dire in una balano-postite, sorta durante la vita intrauterina.

Dunque il frenulo soprannumerario, da me descritto, non può rappresentare il prodotto di una neoformazione infiammatoria, una sinechia flogistica di origine congenita: esso è una vera neoformazione congenita primitiva, un' anomala formazione, la quale molto più tardi venne colpita e sopraffatta dal processo balanitico, accesovi dalla vicina *parauretrite gonococcica.*

2.° A spiegare l'origine del frenulo soprannumerario, deve assegnarsi un posto anche all'ipotesi dello *sviluppo anomalo di un canale parauretrale.* Ma nel mettere in discussione questa singolare genesi del frenulo dai canali *parauretrali,* dobbiamo tenere conto, sia dei *prepuziali,* sia dei *balanici*. Tuttavolta è opportuno rilevare che i canali *parauretrali balanici* (senza escludere la possibile provenienza anche da questi) raramente occupano la faccia anteriore, o dorsale, del ghiande, e di solito sono piuttosto profondi, e perciò non sempre in condizioni favorevoli per lo sviluppo del frenulo soprannumerario.

Ma intorno a questo concetto teratogenetico del frenulo soprannumerario, si fanno innanzi parecchie questioni:

1°) Il frenulo soprannumerario, nel rispetto istologico, presenta i caratteri di un canale parauretrale?

2°) Ammessane l'identità morfologica, come può ammettersi che il canale parauretrale siasi reso libero dal prepuzio per aderire al ghiande?

3°) Data la possibilità di questa formazione, perchè il detto frenulo viene a stabilirsi nella faccia anteriore del ghiande, in sede opposta al frenulo normale?

Rispetto alla prima questione, è facile riconoscere l'analogia di struttura tra il frenulo soprannumerario e un canale parauretrale. Infatti il frenulo del caso VIII si trova per-

corso da un canale, la cui struttura è presso a poco quella dei canali parauretrali: dappoichè la parete interna del medesimo è rivestita da epitelio pavimentoso stratificato, fatto da cellule mancanti, come si disse più sopra, di membrana spinosa, sebbene in tutto il resto somiglino all'epitelio di rivestimento della mucosa del prepuzio e anche del ghiande. Dunque morfologicamente il frenulo canalizzato (caso VIII) non sarebbe altro che un canale parauretrale, prepuziale, o anche balanico, ectopico. Ma, come ben si vede, siffatta ipotesi non può applicarsi altro che al frenulo fornito di un canale, mentre per gli altri, costituiti da un cordone solido, non può adattarsi la stessa interpretazione. Comunque, tutto questo basta per il momento a farci ravvicinare, sotto il rispetto anatomo-istologico, la forma *cava* del frenulo soprannumerario ai canali parauretrali.

Ammessa pertanto siffatta analogia anatomo-istologica, è troppo ovvio il pensare che il frenulo soprannumerario cavo possa originarsi da un canale parauretrale: in altri termini, ammettendo l'identità morfologica fra le dette produzioni, si verrebbe a stabilire la loro reciproca provenienza. Certamente tutto questo deve dirsi nel concetto il più generale.

Ma qui è duopo vedere se un canale parauretrale, avente sede al disotto della mucosa prepuziale, possa rendersi libero da questa e pigliare aderenza colla mucosa balanica, venendo così a costituire un nuovo frenulo. Dicasi parimente d'un canale che scorra nella spessezza della mucosa del ghiande. Ora non è facile concepire siffatto modo di formazione nella vita fetale, quando i canali suddetti hanno uno sviluppo molto rudimentale: dappoichè se è vero che essi, benchè di rado, possono farsi assai superficiali, fino a venire sotto la mucosa, tuttavia, non si è mai dimostrato (sebbene ciò non sia inverosimile) che si separino dalla mucosa stessa, per lo sviluppo di una piega più o meno sporgente, la quale vada a formare il frenulo soprannumerario. Del pari non sarebbe agevole stabilire in quale epoca di sviluppo del feto si potesse determinare la separazione di un canale parauretrale per costituire un nuovo frenulo.

Ora, ritenendo pure come dimostrata la genesi del frenulo soprannumerario da un canale parauretrale, rimarrebbe sempre a spiegare il punto oscuro della questione, che concerne la sede topografica del frenulo stesso

E qui è d'uopo far rilevare alcune particolarità anatomo-topografiche di questi canali, le quali possono chiarire le condizioni di topografia del frenulo soprannumerario medesimo. Ma intorno alle sedi dei canali parauretrali non sono concordi le affermazioni degli anatomici.

Intanto mi permetto di riferirne alcune, per vedere quali di esse meglio si adattino alla interpretazione della genesi del frenulo soprannumerario.

L'Ehermann ha studiato le seguenti topografie dei canali suddetti: 1°) Canali parauretrali fra le lamine del prepuzio, che si aprono nel limbo di questo; 2°) Quelli situati sotto la mucosa nell'orificio esterno dell'uretra, paralleli alla medesima, e sboccanti nei labbri uretrali; 3°) Quelli del frenulo, e sboccanti nella commissura inferiore dei labbri uretrali; 4°) Quelli della superficie inferiore del pene, scorrenti obliquamente al rafe del medesimo (1).

---

(1) Ehermann. *Wiener Klin. Wochenschrift.* Anno IX. N. 47.

Anche l'Oedmansson ha trovato sei volte fini canali fra le pagine del prepuzio, lunghi da uno a tre centimetri, e larghi tanto da permettere la penetrazione ad una sonda di medio calibro del Bowmann. Di solito terminano essi con piccolissime aperture nella superficie interna del prepuzio, vicino alla inserzione del frenulo: uno di questi però si apriva nel limbo del prepuzio (1).

Il Dühring ammette tre specie di canali epiteliali, e fra questi descrive diverticoli aggregati nella superficie interna del prepuzio, in corrispondenza della regione mediana e vicino all'inserzione del frenulo. Anche il Róna ha pubblicato un lavoro importante sullo sviluppo e topografia di canali parauretrali (2).

Del resto, se è vero che nei casi sopracitati i canali parauretrali si trovino in condizioni anatomo-istologiche opportune per la genesi del frenulo soprannumerario, occorre nullameno vedere se havvi una topografia dei medesimi che possa determinare la sede del frenulo suddetto. Sotto questo rispetto possono citarsi casi assai dimostrativi, nei quali i detti canali percorrono la linea *dorsale* mediana della verga, partendo dall'angolo pubico, e terminando col loro orificio, o nel solco balano-prepuziale, o nella corona del ghiande. Intorno a questo cammino dei canali parauretrali, Lefort (3) ha raccolto qualche osservazione di grande valore: e degna di menzione è quella del Lejars, nella quale i canali parauretrali sono divisi in due gruppi, e precisamente nel secondo gruppo sono descritti quelli riferibili ad una particolare epispadia. Secondo il Lejars, per una incompleta evoluzione del solco intercavernoso, si origina un canale longitudinale dorsale accessorio: il che avverrebbe quando i due bottoni si saldano a livello dei corpi cavernosi, rimanendo però una separazione fra pelle e corpi cavernosi medesimi, donde il canale sottocutaneo accessorio, che dal solco coronario si estende vicino alla sinfisi pubica (4).

Parimenti il Jadassohn (5) ammette siffatte topografie di questi canali, che divide in *prepuziali* e *balanici*, facendone quattro gruppi. Di questi, due interessano la nostra questione, e sono tanto i canali fra le lamine del prepuzio, che il Jadassohn considera come prolungamenti ghiandoliformi dell'epidermide, quanto i canali dorsali del pene, estendentisi dal solco coronario alla sinfisi. Dello stesso avviso è pure il Taruffi (6).

Appresso il Terkowski ha descritto un nuovo esempio di canale parauretrale della linea dorsale mediana del pene, e di cui il Janet riporta uno schema nel suo importante lavoro (7).

---

(1) Oedmansson. *Nord. Med Ark.* Stockholm. I. 1885 Tradotto nel *Journal de médecine de Paris*, 23 Août 1885.

(2) Róna. Die Genese der paraurethralen Gänge. (*Arch. für Dermat. u. Syphil.* 1897, p. 27).

(3) Le Fort. Anomalies fistuleuses congenitales du penis. *Ann Genit. Urin.*, Juillet 1896.

(4) Lejars. Des canaux accessoires de l'urèthre. *Annal de malad. des organ. urin.* 1888. Et observations inédites publiées dans le travail de Le Fort.

(5) Jadassohn. Ueber die Gonorrhoe der paraurethralen und präputialen Drusengänge. *Deutsche med. Wochenschr.* 1890, N. 25, 26.

(6) Cesare Taruffi. Sopra i canali anomali del pene. *Boll. delle sc. med.* di Bologna, Maggio. *cit*: *in Annal. des malad. des org. urin.* 1891, pag. 817.

(7) Terkowski. Blennorrhagie chronique d'une urèthre surnuméraire. Congrès d'Urologie 1900. *Ann. genit. Urin.* pag 897. 1901

Nè lascierò di ricordare un altro esempio, presso a poco analogo a questi, osservato da Paul Delbet, nel quale il canale parauretrale dorsale del pene si apriva alla sommità del ghiande in una cavità assai larga, situata al di sopra del meato. Orbene, questa ben limitata topografia dei canali parauretrali potrebbe evidentemente costituire una condizione anatomica favorevole allo sviluppo del frenulo soprannumerario e capace di determinarne la sede (1).

Ma le conoscenze anatomo-topografiche dei canali parauretrali, sebbene ci facciano vedere con tutta evidenza siffatta postura di alcuno di essi nella sede che suol prendere il frenulo soprannumerario, nullameno ci mancano prove sicure per stabilire il modo col quale può compiersi questa trasformazione. Noi dobbiamo attendere tali prove da ricerche istologiche che dovrebbero istituirsi sopra i canali parauretrali, sia nel feto, sia nel neonato, per assistere a tutti quei cambiamenti, conducenti alla formazione del frenulo soprannumerario medesimo. Intanto mi basta di avere dimostrato che talvolta il frenulo soprannumerario trovasi percorso da un canale rivestito da epitelio pavimentoso stratificato, avente, come ho detto più sopra, i caratteri morfologici di un canale parauretrale.

3° Un' altra maniera di formarsi del frenulo soprannumerario, molto affine a quella testè discussa, potrebbe essere ricercata in una *ripiegatura*, sia della mucosa del ghiande (*plicatura balanica*), sia della faccia interna della lamina prepuziale (*plicatura praeputialis*).

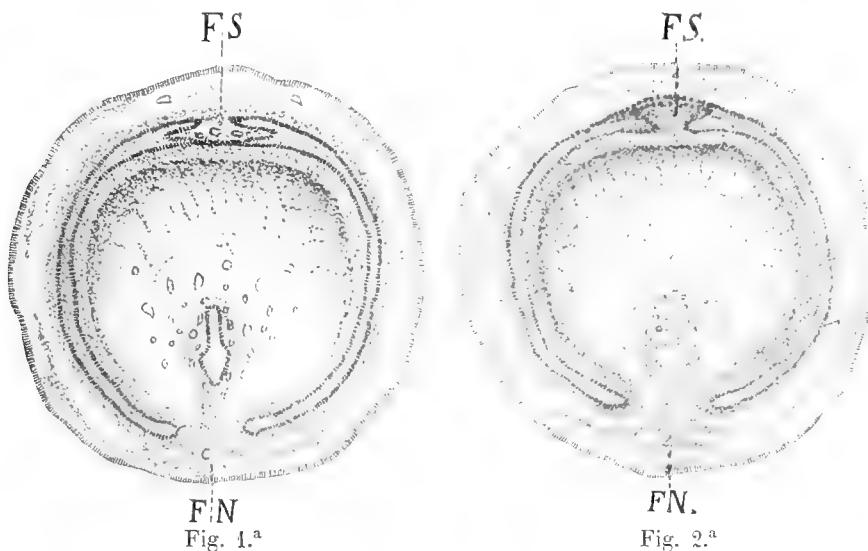



Fig. 1.ª Fig. 2.ª

Figure schematiche d' una sezione trasversa del ghiande di feto al VI mese, fatta circa alla base del frenulo normale, nella quale è disegnata la formazione di una piega preruziale (Fig. 1.ª) o balanica (Fig. 2.ª) per spiegare lo sviluppo del frenulo soprannumerario (FS, FS).

Intorno alla maniera di sviluppo di una piega balanica, possiamo pensare che essa avvenga per un' *estroflessione della mucosa* del ghiande nella sua faccia anteriore, o *dorsale*

(1) Paul Delbet. Un cas d' urèthre double. *Ann. Genit. Urin.* 1898. pag. 303.

per modo che, formatosi un nastro, o un cordone longitudinale, questo piglierebbe il posto dell' epitelio balano-prepuziale, rimanendo saldato alla superficie del ghiande stesso. Certamente che non è agevole trovare *in loco* una condizione anatomica che si presenti adatta per siffatta produzione della mucosa del ghiande, quale potrebbe essere, per esempio, un *tralcio vasale esuberante,* che si spingesse in quella direzione. Ma di ciò sarà parola qui appresso. Intanto, in appoggio di questa ipotesi, abbiamo la struttura istologica del frenulo nastriforme sopradescritto, il quale si presenta rivestito esternamente da epitelio pavimentoso stratificato, come quello della mucosa balanica, e internamente è formato da connettivo del derma della mucosa stessa, con carattere erettile.

Rispetto alla ripiegatura della mucosa prepuziale, anche questa potrebbe foggiarsi per un' *estroflessione*, in condizioni certamente non facili a stabilirsi, ma per le quali si può pensare che la detta mucosa, sviluppandosi con una certa ricchezza, venga a formare in un punto circoscritto una piega longitudinale: questa ben presto piglierebbe aderenza colla mucosa del ghiande, mentre dalla parte opposta, per lo strozzamento graduale, si distaccherebbe dalla mucosa del prepuzio. Che si sviluppino ripiegature nella mucosa prepuziale, è un fatto che ci viene dimostrato dalle cosidette *valvole prepuziali* (*valvole del* Thiéry), formanti piccole tasche sulla superficie interna della mucosa stessa. Queste valvole, rappresentanti molteplici ripiegature della mucosa prepuziale, sarebbero dovute ad un certo grado di lassezza della mucosa medesima per un esuberante sviluppo di essa (1).

Si potrebbe qui osservare che, contro l' ipotesi suddetta d' una *estroflessione*, anche quella d' una *entroflessione* della mucosa, tanto *balanica*, quanto *prepuziale*, potrebbe dar luogo alla formazione di una piega; anzi, con questo secondo meccanismo di sviluppo. riuscirebbe facile spiegare il frenulo soprannumerario *cavo*. Ma con questa ipotesi si verrebbe di nuovo a studiare la genesi dei canali parauretrali, tornando così sulla questione trattata più sopra. Inoltre, mercè la entroflessione, sarebbe difficile concepire in quali condizioni si potesse staccare la descritta formazione per rendersi libera, sia dalla faccia prepuziale, sia dalla faccia balanica, laddove col primo meccanismo di sviluppo (estroflessione) è più evidente il distacco della piega sia dell' una che dell' altra mucosa.

Tuttavolta, ammessa per un momento siffatta ipotesi, se con essa si spiega abbastanza chiaramente la struttura del frenulo soprannumerario nastriforme solido, non si riesce però colla medesima a dar ragione della sede costante che occupa il frenulo stesso. Qui sorgono nuove e più gravi difficoltà, alle quali non possiamo opporre altro che nuove e più intricate ipotesi, non sorrette da fatti anatomici.

4° La difficoltà di spiegare la sede costante del frenulo soprannumerario colle ipotesi sopra esposte mi conduce a pensare ad un altro possibile modo di formazione del medesimo, che abbia la sua ragione teratogenetica *in loco:* in altri termini, non rimane, a mio avviso, altro che vedere se vi sia *in loco* una condizione anatomica che spieghi la *costanza di sede* nella formazione del frenulo soprannumerario. Ora questa condizione anatomica

---

(1) Thiery. Notes sur trois cas de valvulès de la muqueuse préputiale. *Bull. Soc. Anat.* 1891.

potrebbe esser ricercata in una *propagine del connettivo*, o meglio in un *prolungamento del setto intercavernoso, o setto mediano.* Siffatta espansione del *setto intercavernoso* dovrebbe avvenire assai presto nel feto, quando ancora esiste l' epitelio balano-prepuziale: allora il connettivo proveniente da esso setto, uscente a livello del solco balanico, verrebbe

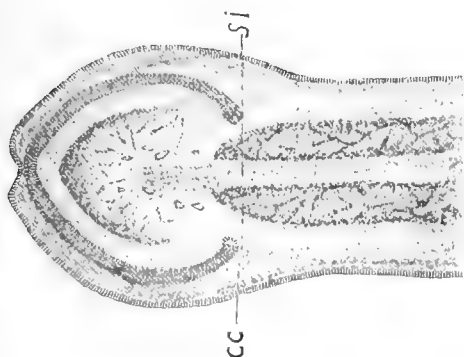



Figura schematica d' una sezione longitudinale del pene del feto, alla stesse età, per dimostrare lo sviluppo del frenulo soprannumerario da un prolungamento del setto intercavernoso (SI) sporgente fra i corpi cavernosi (CC).

a rivestirsi dell' epitelio suddetto, in guisa da prendere la forma o di un nastro, o di un cordone dermo-epidermico, aderente alla superficie del ghiande stesso.

Quando questo meccanismo di formazione si attuasse, sarebbe senz' altro spiegato il fatto anatomico che colpisce tanto l' osservatore in casi di frenulo soprannumerario, che è quanto dire la sede costante sulla faccia anteriore, o balanica, in opposizione al frenulo normale.

Orbene, se è vero che fin qui non possediamo alcuna osservazione diretta di questa penetrazione, nullameno nel pene del feto al VI e al VII mese noi troviamo bene spesso

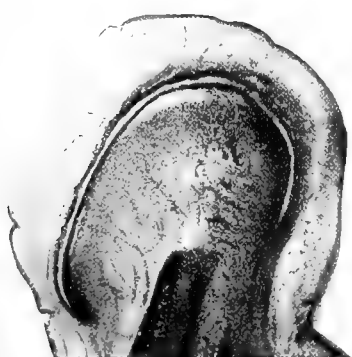
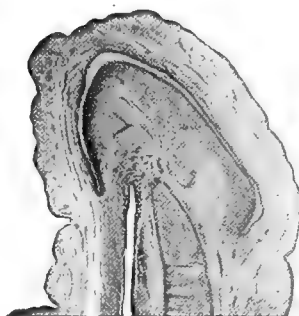
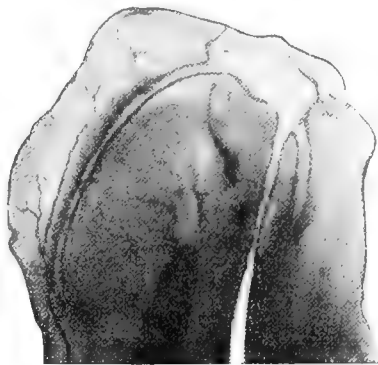



Fig. 1.ª Fig. 2.ª Fig. 3.ª

Tre microfotografie di sezioni longitudinali del ghiande di feti al IV mese, nelle quali si vedono vasi capillari, che scorrono sopra l' epitelio balano-prepuziale, o stanno a contatto di questo. Nella Fig. 3.ª un capillare ramificato scorre sull' epitelio balano-prepuziale.

che il connettivo, scorrente sul setto intercavernoso, sale in alto, e in corrispondenza della base del ghiande si divide in due fasci di fibre, dei quali uno penetra nel ghiande, e l' altro va nella spessezza del prepuzio. Di questo fascio esterno, alcune fibre si vedono talvolta

ripiegare verso l'epitelio balano-prepuziale, in guisa da sembrare che sia prossima la loro penetrazione entro l'epitelio stesso.

Ma oltre il connettivo proveniente dal setto intercavernoso, potrebbe primitivamente penetrare nell'epitelio balano-prepuziale un vaso capillare e innestarsi sull'epitelio stesso, come avviene nella cornea. Ma colla penetrazione dei capillari verrebbero anche trasportati elementi del connettivo embrionale, dai quali si avrebbe una proliferazione, rivestentesi dell'epitelio circostante, e formante una produzione dermo-epidermica, che di poi piglierebbe aderenza colla faccia interna del prepuzio e col ghiande. In alcuni tagli microscopici del pene di feto dal IV al V mese, ho potuto scorgere che i vasi della superficie del ghiande, e più specialmente quelli della faccia profonda del prepuzio, si ripiegano, avvicinandosi alla pagina esterna dell'epitelio balano-prepuziale, fin quasi a venire a contatto con questa. Tale reperto microscopico farebbe pensare ad una penetrazione di connettivo fra gli strati dell'epitelio balano-prepuziale sulla guida di un *tralcio vasale*, come ho accennato più sopra.

È pur vero che fin qui, non ostante i molti preparati microscopici riguardanti lo sviluppo del ghiande e del prepuzio, che io ho potuto esaminare, non mi venne fatto di trovare tutti quei passaggi successivi del connettivo entro l'epitelio suddetto: nullameno però il fatto della contiguità dei vasi alla superficie balano-prepuziale, rende molto verosimile l'ipotesi rispetto alla genesi del frenulo soprannumerario.

5) La sede anatomica costante del frenulo soprannumerario ci fa rivolgere l'attenzione ad un'altra ipotesi, riguardante una pregressa *epispadia di primo grado*, o *balanica* (e forse anche di *secondo grado* (*epispadia balano-peniena*). Ma perchè dall'epispadia si possa avere la formazione del frenulo soprannumerario, è d'uopo ammettere un processo di riparazione dell'apertura epispadica: in altri termini una guarigione spontanea dell'epispadia, già studiata dal Klebs, e da altri invocata per spiegare la genesi di qualche altra anomalia della verga, come la formazione dei canali parauretrali, quando occupino questa sede. Intanto, per la genesi del frenulo soprannumerario, ammettendo che in corrispondenza dell'epispadia si venisse a formare una proliferazione dermo-epidermica in guisa da chiudere la fistoia, non sarebbe inverosimile che, per eccedenza di tessuto, si sviluppasse *in loco* una briglia in forma di cordone, o di nastro, che assumesse di poi tutti i caratteri del frenulo soprannumerario. Tale ipotesi, basata sulla guarigione dell'epispadia, quantunque difficile ad essere dimostrata praticamente, nullameno essa ci verrebbe a spiegare, in maniera semplice e soddisfacente, la sede del frenulo soprannumerario. È da sperare che nuovi studi sulle diverse maniere di ripararsi dell'epispadia possano illustrare questa speciale varietà di teratogenesi del frenulo suddetto. E non solo si spiegherebbe la sede anatomica del frenulo soprannumerario, ma si potrebbe anche dar ragione della genesi del frenulo *cavo*, inquantochè sul posto dell'epispadia guarita potrebbe rimanere un canale, avente i caratteri anatomici di un canale parauretrale, come si è detto più sopra. Or bene questo canale, venendo compreso dentro quella produzione dermo-epidermica, sviluppatasi per riparare l'apertura epispadica, darebbe appoggio all'ipotesi sull'origine del frenulo soprannumerario.

Dalle cose dette fin qui apparisce chiaramente che a due ordini possono ridursi le varie ipotesi, concernenti la genesi del frenulo soprannumerario: nel primo sarebbero comprese tre di esse, le quali ci darebbero l' interpretazione esatta della *struttura del frenulo soprannumerario:* nell' altro abbiamo due ipotesi meglio acconce a farci comprendere la *sede topografica* del frenulo medesimo.

Quale delle ipotesi sopraesposte sia da preferirsi nella interpretazione della genesi del frenulo soprannumerario, non può dirsi per ora sulla base di prove sicure. Certamente che la origine del frenulo soprannumerario dalle sinechie congenite balano-prepuziali, si offre alla nostra mente come l' ipotesi più semplice e anche la più accettabile: infatti, la struttura dermo-epidermica delle *sinechie congenite permanenti* (poichè quelle *temporanee* sono costituite dal solo epitelio balano-prepuziale) è, sotto il rispetto istologico, perfettamente identica a quella del frenulo soprannumerario. Tuttavolta, come si è visto, vi hanno due notabili differenze: le *prime* riguardano i caratteri anatomici generali fra il frenulo soprannumerario e le sinechie medesime: basterebbe soltanto rilevare che nelle sinechie congenite permanenti non mi fu dato di trovare mai la presenza di un canalino epiteliale (come quello del caso VIII) così nettamente conformato, per stabilire una distinzione fra queste due anomale formazioni: le *seconde* riguardano la disposizione irregolare e la proporzione diversa dei tessuti, epiteliale e connettivale, nelle sinechie congenite permanenti, mentre nel frenulo soprannumerario tutto procede con maggior regolarità rispetto alla struttura istologica.

Nell' altro ordine di ipotesi, come si è detto più sopra, è la sede topografica del frenulo soprannumerario che ci verrebbe dimostrata per condizioni anatomiche locali. E, a mio avviso, lo sviluppo e il prolungamento di un tralcio vasale in direzione del setto intercavernoso, e scorrente sotto la lamina connettivale del prepuzio, quasi a contatto dell' epitelio balano-prepuziale, si presenta come l' ipotesi più suggestiva a chi si sforza di ricercare la genesi del frenulo soprannumerario. Comunque, data la difficoltà dell' argomento, e la rarità dell' anomalia, è d' uopo riconoscere che occorrono nuove investigazioni per stabilire su basi anatomo-istologiche più sicure, la teratogenesi del frenulo soprannumerario.

Ponendo termine al mio lavoro, farò rilevare che non è senza importanza anche per lo specialista la conoscenza di questa anomalia della verga: dappoichè, sia nei casi di balano-postiti, acute, o croniche, sia in casi di ulceri del ghiande e del solco balano-prepuziale, possono avvenire complicazioni varie, principalmente in correlazione col fimosi. La difficoltà di denudare il ghiande può essere, in tali contingenze patologiche, accresciuta dal frenulo soprannumerario Come ancora, se esso venisse preso da processi ulcerosi diretti, o di prossimità, non sarebbe sempre facile, per chi non sapesse l' esistenza del frenulo soprannumerario e la sua costanza di sede, distinguerlo da qualsiasi aderenza accidentale. Da ultimo è da tenersi in conto un altro fatto d' interesse dello specialista, che cioè questo nuovo mezzo di unione del prepuzio col ghiande è sempre condizione favorevole per l' in-

nesto di processi contagiosi, specie quando il frenulo soprannumerario è in parte libero nella sua faccia inferiore, o balanica, (frenulo *a ponte*), o quando il medesimo è percorso da un canale, aprentesi esternamente.

TAVOLA I.

Fig. 1ª — Frenulo soprannumerario nastriforme, lungo 12 mm. (Caso I). *Disegno del Dott. Luigi Bombicci.*

Fig. 2ª — Frenulo soprannumerario nastriforme, lungo 10 mm. (Caso II). *Disegno del Dott. Luigi Bombicci.*

Fig. 3ª — Frenulo soprannumerario in forma di **V**, lungo 17 mm. (Caso IV). *Disegno del Dott. Luigi Bombicci.*

Fig. 4ª — Frenulo soprannumerario in forma di **H**, lungo 21 mm. (Caso V). *Disegno del Dott. Luigi Bombicci.*

Fig. 5ª — Frenulo soprannumerario nastriforme, lungo 12 mm. (Caso III). *La Fig. 5ª disegnata dal Dott. Luigi Bombicci. — Le Figg. a', a'', a''', disegnate dal Dottor P. L. Bosellini, aiuto di Clinica per il canale parauretrale.*

Fig. 6ª — Frenulo soprannumerario nastriforme, lungo 7 mm. (Caso VII). *Disegno del Dott. P. L. Bosellini.*

Fig. 7ª — Frenulo soprannumerario cordoniforme, cavo, lungo 10 mm. (Caso VIII). *Disegno dell' egregio pittore Umberto Bonora.*

Fig. 8ª — Frenulo soprannumerario cordoniforme, lungo 20 mm. (Caso VI). *Disegno del Dott. P. L. Bosellini.*

Fig. 9ª, 9ª' — Sinechia congenita laterale balano-prepuziale in forma di ventaglio: 9*a* vista di fronte; 9*a'* vista di lato (Caso IX). *Disegno dell' egregio pittore Umberto Bonora.*

Fig. 10ª — Sinechie congenite laterali balano-prepuziali. Ipospadia di 1° grado (Caso X). *Da una fotografia, eseguita dal signor Verardi, farmacista della Clinica.*

TAVOLA II.

Fig. 1ª — Sezione trasversa intera nell' estremità prepuziale del frenulo soprannumerario (Caso III). Epidermide ben sviluppata rivestente il derma: questo più compatto nello strato papillare e subpapillare: più lasso nel centro. (*Ingrandimento 15 D*).

Fig. 2ª — Parte d' una sezione trasversa poco sotto l' estremità prepuziale, corrispondente ad uno dei margini del frenulo soprannumerario (Caso III). Epidermide abbastanza sviluppata. Derma molto ricco di vasi. Infiltrazione infiammatoria dermo-papillare. (*Ingrand. 50 D*).

Fig. 3ª — Sezione trasversa intera dell' estremità balanica (Caso III). Epidermide con numerosi zaffi epiteliali tagliati in varia direzione, anastomizzantisi fra di loro. (*Ingrand. 50 D*).

Fig. 4ª — Parte di una sezione trasversa nella metà del frenulo soprannumerario (Caso III). Trama elastica assai sviluppata nella spessezza del derma, specie attorno ai vasi. (*Ingrand. 30 D*).

Fig. 5ª — Parte d'una sezione trasversa nella metà del frenulo soprannumerario (Caso III). Trama elastica assai sviluppata nella spessezza del derma, assai scarsa nel corpo papillare. Derma riccamente fornito di vasi, tagliati in trasverso. (*Ingrand. 50 D*).

Fig. 6ª — Parte d' una sezione trasversa circa il terzo inferiore del frenulo soprannumerario (Caso III). Derma ricco di vasi, e con modica infiltrazione flogistica. (*Ingrand. 40 D*).

Fig. 7ª — Una trabecola vasale ingrandita, le di cui pareti sono fornite di fibrille elastiche (Caso III). (*Ingrand. 350 D*).

Fig. 8ª — Parte di una sezione trasversa circa alla metà del frenulo soprannumerario, vista con ingrandimento maggiore (Caso III). Epidermide assai sviluppata. Derma ricco di vasi e trabecole vasali. Trama elastica assai evidente. (*Ingrand. 80 D*).

Fig. 9ª — Sezione trasversa dell' intera estremità balanica del frenulo soprannumerario canalizzato (Caso VIII). Epidermide di rivestimento esterno discretamente sviluppato, specie agli estremi laterali della sezione elissoide. Derma formante lo strato medio del frenulo suddetto. Canalino centrale rivestito di epidermide. (*Ingrand. 20 D*).

Fig. 10ª — Parte d' una sezione trasversa poco sotto l' estremità balanica (Caso VIII)

nella quale si vede l'ingrandimento degli strati del frenulo suddetto e soprattutto, del canalino centrale di forma triangolare. (*Ingrand. 50 D*).

Fig. 11ª — Sezione trasversa circa alla metà del frenulo soprannumerario (Caso VIII). Canalino centrale di forma rotondeggiante. (*Ingrand. 30 D*).

Fig. 12ª — Altra sezione trasversa presso a poco alla stessa altezza della sezione precedente. Canalino centrale e trama elastica assai sviluppata attorno al medesimo, scarsissima invece negli strati superficiali del derma (Caso VIII). (*Ingrand. 40 D*).

Fig. 13ª — Sezione trasversa poco sotto alla metà del frenulo soprannumerario, nella quale si trova il canalino centrale col diverticolo (Caso VIII). (*Ingrand. 30 D*).

Fig. 14ª — Sezione trasversa in corrispondenza dell'estremità prepuziale, nella quale il canalino si apre colla doccia terminale (Caso VIII). (*Ingrand. 30 D*).

Fig. 15ª — Sezione trasversa poco sopra alla metà del frenulo soprannumerario (Caso VIII). Canalino centrale con ricco rivestimento epiteliale e fornita di lunghi zaffi. (*Ingrand. 50 D*).

Fig. 16ª — Altra sezione trasversa, fatta presso a poco alla stessa altezza della precedente, maggiormente ingrandita. Canalino centrale con rivestimento epidermico assai sviluppato. Derma circostante al canalino, ricco di vasi, rivestito in parte dall'epidermide (Caso VIII). (*Ingrand. 110 D*).

Le microfotografie furono fatte con apparato proprio dal *Dott Luigi Bombicci*, che qui ringrazio per la diligenza ed abilità che ha posto nell'esecuzione delle medesime. Furono prese, alcune coll'*Ob. N 2* di Koristka, al quale fu tolta la lente frontale, altre coll'*Ob. N. 3* di Reichert. Tubo abbassato senza oculare.

1 2 3 4

5 a 5 a' 5 a'' 5 a'''

6 7 8

9 a 10 9 a'

E. Contoli lit.

Bologna - Stab. Lit. G. Mazzoni

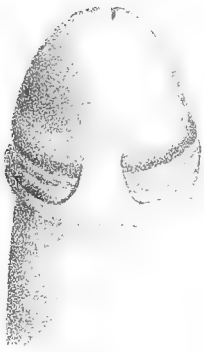
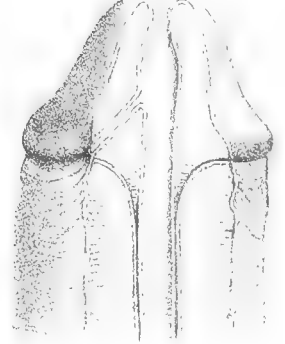
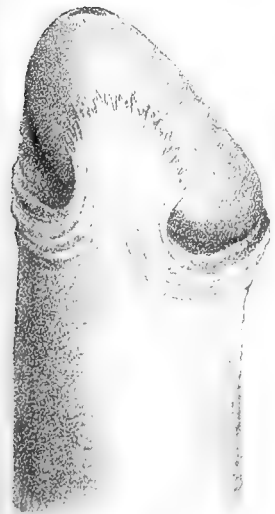
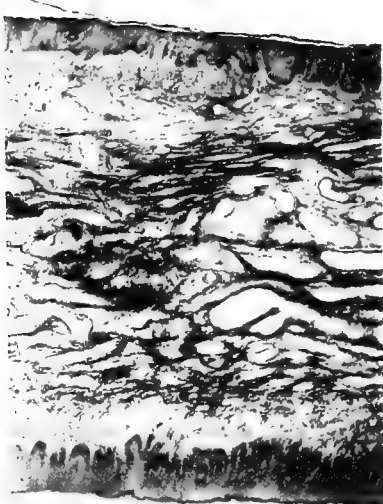



Fig 1.
Fig 2
Fig 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig 7
Fig. 8.

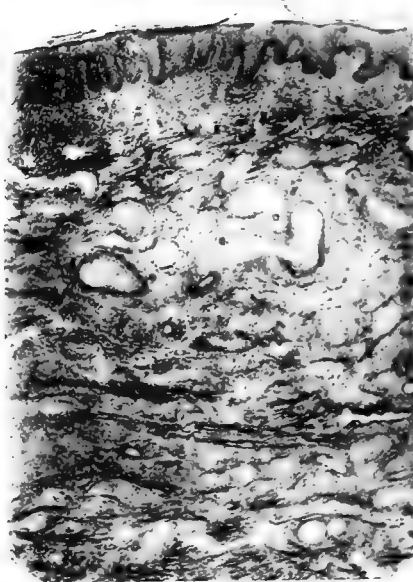
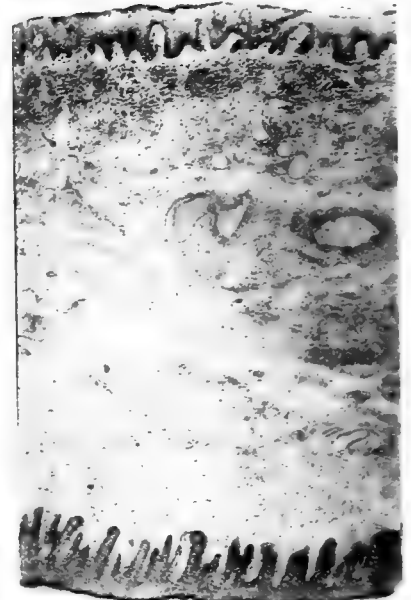
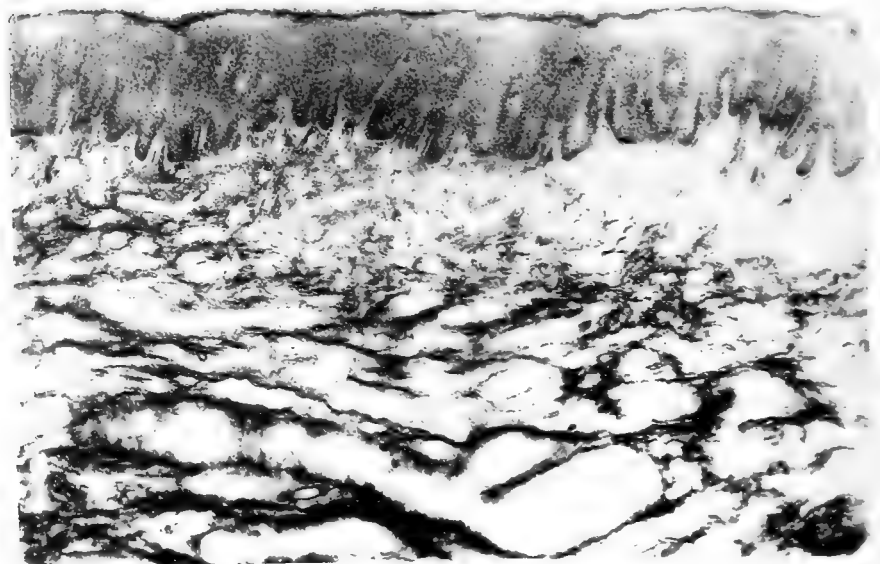
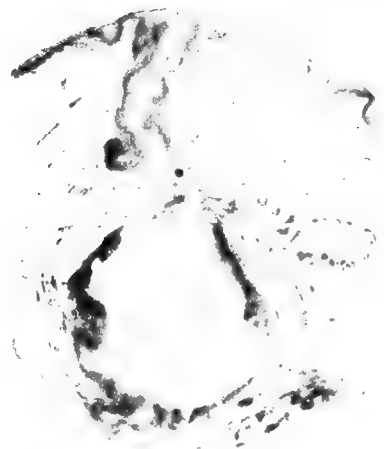
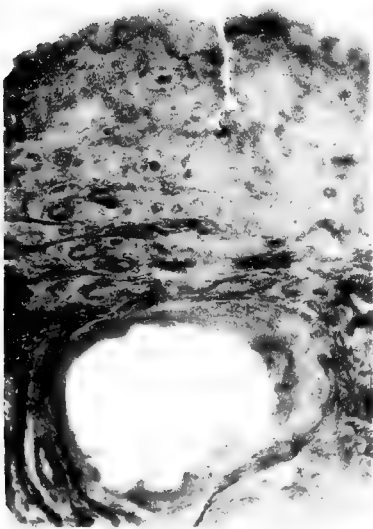



Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13
Fig 14.
Fig. 15.
Fig 16.

RICERCHE

SUL VALORE COMPARATIVO DEL CIBO VEGETALE E DEL CIBO ANIMALE
E
SUL BILANCIO MINIMO PROTEICO

MEMORIA

DI

PIETRO ALBERTONI E FELICE ROSSI

letta nella Sessione ordinaria del 23 Febbraio 1908

Il presente lavoro tende a illustrare la questione oggi tanto dibattuta della *quantità* e *qualità* delle proteine necessarie all' uomo non solo per il mantenimento della vita e della salute, ma per un buon sviluppo delle sue energie.

D' importanza biologica fondamentale è il problema sulla *natura della dieta: carnea o vegetariana;* ché, se dai cibi ci derivano le energie necessarie all' esplicazione di tutte le nostre funzioni, è dalla natura di essi che tali funzioni vengono in grado massimo influenzate: prova di ciò è la diversità profonda che esiste nei caratteri somatici, nelle abitudini, negli istinti fra i carnivori e gli erbivori. Così è ampiamente giustificato l' affaticarsi delle menti per la risoluzione di tale problema, che esce dai limiti della fisiologia per invadere il campo morale, sociale, economico.

Nei nostri precedenti studi sopra l' alimentazione, fummo condotti ad elaborare un *metodo di ricerca* il quale, nelle presenti condizioni della scienza, ci appare come l' unico che valga a darci un' esatta valutazione del bilancio materiale delle varie classi sociali, ed a condurci in pari tempo ad una soluzione pratica dei problemi più importanti che concernono l' alimentazione dell' uomo. Questi, man mano che si procede nella loro conoscenza, appaiono sempre più complessi, e così legati alle condizioni dell' individuo e dell' ambiente, che non si potrebbe prescindere da tali condizioni senza essere condotti a risultati artificiosi ed erronei. I metodi che valsero finora nei laboratori a determinare le principali leggi che regolano l' alimentazione degli animali carnivori, non sono tutti direttamente applicabili all' uomo, come non lo sono egualmente tutte le leggi venute per tali metodi a nostra conoscenza.

Perciò noi abbiamo voluto che gli individui soggetti alle esperienze sul ricambio permanessero nelle loro naturali condizioni di ambiente, dediti alle loro normali occupazioni. Sono questi, come dicemmo, fattori importantissimi nel determinare l' andamento del bilancio materiale; e agendo essi da lunghissimo tempo, hanno modificato somaticamente e intellettualmente l' organismo e hanno quindi acquistato tutta l' importanza di un fattore ereditario.

Determinata la dieta — e fu nostra cura di modificare il meno possibile il naturale stato di cose, pur cercando di raggiungere la massima esattezza — si procede a studiare gli effetti che sugli individui può esercitare il fatto di levare, aggiungere, o sostituire una parte di essa dieta, in rapporto alle modificazioni del ricambio materiale e alle funzioni di tutto l' organismo. Dagl' intimi processi nutritivi, di cui il ricambio materiale è immediata espressione, dipendono tutte le funzioni vitali, che di conseguenza muteranno col mutare di esso. E il nostro metodo tende a porre chiaramente in luce tali colleganze.

Per studiare gli effetti fisiologici della *dieta carnea*, abbiamo creduto opportuno di scegliere una popolazione che da infinito tempo vive esclusivamente di vegetali (1).

Tale popolazione abita una delle regioni dell' Italia Meridionale: l' Abruzzo. Le sue misere condizioni economiche l' hanno costretta a togliere direttamente dalla terra su cui vive tutti i mezzi di sua sussistenza; la sua dieta è quindi formata esclusivamente di quei prodotti agricoli che essa coltiva; *farina di mais*, *verdura*, *olio*. Il primo di questi le fornisce albumina e idrati di carbonio, il secondo acqua e sali e il terzo grassi.

Com' è evidente, tale dieta è tra le più misere che si conoscano. A questi contadini, pur lasciandoli liberi di mangiare de' loro soliti cibi la quantità di cui sentivano bisogno, noi abbiamo dato un po' di carne, creando così nelle condizioni della loro alimentazione un fattore del tutto nuovo. La quantità di carne somministrata fu pari a quella che ordinariamente viene ingerita dagli individui delle classi medie i quali si nutrono con dieta mista.

Così facendo, noi abbiamo proceduto con metodo opposto a quello seguito da Chittenden nelle sue recenti ricerche (2); egli ha progressivamente diminuita nei suoi individui borghesi la quantità di albumina introdotta, noi invece l' abbiamo aumentata. La carne infatti è ricca di sostanze proteiche, le quali hanno la virtù d' essere facilmente assimilabili, e posseggono inoltre, come vedremo, una vera e propria azione specifica sui processi integrativi dell' albumina favorendoli notevolmente.

Il metodo da noi usato ci sembra anche il più acconcio, perchè viene sperimentalmente a ripetere ciò che naturalmente è avvenuto in molti animali, che in una data epoca della loro storia furono costretti a mutare la base della loro alimentazione; ciò fu causa precipua delle loro successive modificazioni e dei mutati destini della specie.

*
* *

La popolazione dell' Abruzzo è costituita per la maggior parte da contadini, che vivono sparsi nelle campagne, in casolari posti sul terreno stesso che coltivano. Il patto

---

(1) Albertoni P. e Rossi F. Sul Bilancio nutritivo del contadino abruzzese e sue condizioni fisiologiche, psicologiche ed economiche. Memoria della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. 1907, Serie VI, Tomo IV. *Arch. Ital. de Biologie*, 1908.

(2) Russel H. Chittenden. Physiological economy in nutrition with special reference to the minimal proteid requirement of the healthy man. London, W. Heinemann, 1905.

colonico vigente è la mezzadria; ma le arretrate condizioni dell' agricoltura, i pesi accessori di cui son gravati, fan sì che il loro salario sia assai misero. Delle tre famiglie delle quali abbiamo studiato il bilancio alimentare, l' entrata annua per individuo adulto è rispettivamente di L. 66, 19; 103; 147, 14, a cui corrisponde una giornaliera di centesimi 18-28-40. Coltivano il granoturco, il frumento, l' ulivo e alcuni la vite; nell' orto, vicino all' abitazione, gli erbaggi. E questi prodotti vengono a costituire la loro dieta, alla quale sono aggiunti pochi legumi (fagioli, fave). Abitualmente non fanno uso nè di latte, nè di formaggio, nè di uova; e solo tre o quattro volte all' anno mangiano carne, e quasi esclusivamente carne di porco composta in gran parte di grasso.

La preparazione dei cibi è grossolana; la farina di mais viene preparata sotto forma di polenta, sola o mista a fagioli, con olio, sia sotto forma di pane non lievitato (pizza) cotto, in maniera antichissima, sotto una lastra di ferro coperta di brage, o di pane lievitato (pizzorullo) cotto al forno.

Le verdure (cavoli, cime di rape) sono cotte nell' acqua e condite con olio o grasso di porco, aglio e peperone. Raramente mangiano della pasta di frumento (maccheroni) cotta pure nell' acqua.

Con tale imperfetta preparazione, i cibi riescono insipidi, non stimolano l' appetito e la secrezione dei succhi digestivi, per cui ingenerano presto sazietà. Così si comprende come questa gente si adatti facilmente a vivere con una quantità scarsa di cibo, come appare dal numero delle calorie. Infatti essi mangiano d' inverno due sole volte al giorno e i loro pasti sono uniformi: alle *10 ant.* pizza (o pizzorullo) con olio e sale, o con verdura, alle *4 pom.* minestra di polenta con olio o con fagioli, oppure minestra di pasta, o spesso come la mattina. Salvo rare eccezioni, bevono solo acqua.

Diamo le medie tratte dalle analisi del bilancio giornaliero di tre famiglie, determinato per un periodo di 4 - 7 giorni, complessivamente in 13 individui.

Le analisi furono fatte nel laboratorio di Fisiologia dell' Università di Bologna. L' azoto fu determinato col metodo di Kjeldahl, il grasso coll' estrazione eterea mediante l'apparecchio di Soxhelet, i sali con l' incenerimento, gli idrati di carbonio per differenza, le calorie in base ai dati di Rubner. Le feci, data la grande uniformità dei pasti, furono divise esattamente, mutando da un giorno all' altro i cibi di questi, e servendoci del facile referto della verdura e dei fagioli nelle feci. Dei cibi furono presi dei campioni che furono poi analizzati.

ENTRATA GIORNALIERA
in grammi

	Quantità	Sostanza secca	Sostanze azotate	Azoto	Grassi	Ceneri	Idrati di Carbonio	Alcool	Calorie	Calorie per kilogr.
Uomo	1894, 75	604, 30	72, 84	11, 65	53, 27	28, 10	450, 09	15, 28	2746, 38	47, 93
Donna	1542, 46	477, 26	59, 04	9, 45	45, 99	23, 83	348, 40	15, 15	2204, 26	43, 39
PERDITE PER LE FECI										
Uomo	311, 86	56, 66	19, 61	3, 14	8, 07	8, 77	20, 21	—	238, 31	—
Donna	264, 48	48, 50	16, 35	2, 62	6, 31	7, 62	18, 22	—	200, 42	—
PERCENTUALE (%) DELLE PERDITE										
Uomo	—	9, 38	26, 92	—	15, 15	31, 21	4, 49	—	8, 68	—
Donna	—	10, 16	27, 69	—	13, 75	31, 98	5, 23	—	9, 09	—
SOSTANZE ASSIMILATE										
Uomo	—	547, 64	53, 23	8, 51	45, 20	19, 33	429, 88	15, 28	2508, 07	—
Donna	—	428, 76	42, 69	6, 83	39, 68	16, 21	330, 18	15, 15	2003, 84	—

Azoto urinario - Uomo media gr. 8, 08 - massimo gr. 10, 20 - minimo gr. 5, 68 - peso corporeo kil. 57. 3
» » - Donna » » 6, 73 - » » 8, 84 - » » 4, 83 - » » » 50, 8

Come appare chiaramente dalla presente tabella la dieta di questi contadini è assai povera; e ciò sta in perfetta corrispondenza con le condizioni economiche, fisiologiche psicologiche, le quali mettono tale popolazione fra le più misere d'Italia, come appare dai dati statistici riportati nel lavoro predetto.

Composta di cibi vegetali, tale dieta ha i difetti della vegetariana, ossia: poca quantità di albumina, poca sapidità, grosso volume e cattiva digeribilità. Ecco le perdite percentuali di azoto dei 13 individui:

15, 15 - 15, 26 - 21, 38 - 21, 74 - 24, 05 - 24, 34 - 27, 35 - 28, 55 - 28, 85 - 31, 33
35, 75 - 37, 85 - 39, 28.

È opportuno comparare questi dati con quelli ottenuti sui vegetariani puri, che togliamo in gran parte dal lavoro di Caspari (1):

---

(1) Caspari W. Physiologische Studien über Vegetarismus. *Pflüger's Arch.* 1905; Bd. 109 pg. 473.

	Sostanze introdotte				Azoto perduto			Azoto assimilato	Bilancio azotato	Peso corporeo kilogr.	Calorie per kilogr.
	Albumina	(Azoto)	Grasso	Idrati di Carbonio	colle feci totale	colle feci (%)	colle urine				
	gram.	gram.	gram.	gram.	gram.	gram.	gram.	gram.	gram.		
E. Voit vegetariano	54, 2	(8, 4)	22	557, 3	3, 46	(41, 26)	5, 33	4, 94	— 0, 39	57	47
Inserviente a vitto vegetar.	53, 21	(8, 25)	19, 9	542, 3	3, 5	(42, 4)	9, 70	4, 75	— 4, 95	74	35
Rumpf u. Schumm vegetariano	73, 88	(11, 82)	28, 64	698, 21	4, 01	(33, 93)	6, 91	7, 81	+ 0, 9	63	54
Kumagava sopra sè	54, 7	(8, 75)	2, 52	569, 8	2, 03	(25, 0)	6, 22	6, 72	+ 0, 5	48	53, 8
Caspari e Glässner Uomo . . .	—	(7, 83)	219, 8	—	2, 05	(26, 10)	4, 73	5, 78	+ 1, 05	68, 8	66
Donna . . .	—	(5, 33)	99	- -	1, 29	(24, 21)	3, 55	4, 04	+ 0, 49	57, 9	47
Albu vegetariano	34, 12	(5, 46)	36, 44	225	1, 79	(32, 79)	3, 30	3, 67	+ 0, 37	37, 5	37

La dieta dei nostri contadini corrisponde a quella dei vegetariani puri non solo per le correlative quantità dei singoli principî elementari e per la digeribilità, ma anche per la composizione dei cibi, a cui molto si avvicina se raffrontiamo le verdure con la frutta (1).

A provare l'effetto della carne fu scelta, delle tre famiglie, quella che più delle altre erasi mostrata desiderosa di ripetere la prova; una famiglia di cinque persone che versava nelle condizioni economiche più misere; sottoposta ad una continua sorveglianza, quella gente semplice, veritiera, si prestò volonterosa e si attenne a tutte le nostre prescrizioni con quella scrupolosità che può seguirsi nei laboratorî.

Eseguimmo la prova d'inverno; cosicchè essa rimase per tutto il periodo delle esperienze occupata nelle faccende domestiche o al più in leggeri lavori nei campi, e le condizioni dell'ambiente esterno e della temperatura furon sempre le stesse.

Riuniamo in un quadro le condizioni somatiche di questi individui:

Nome e Sesso	Età	Altezza	Peso	Forza al dinamometro		Circonferenza toracica
				mano d.[a]	mano s.[a]	
	anni	metri	kilogr.			cm.
1. Pietro (uomo)	46	1, 62	52, 2	35	34	87
2. Domenico »	41	1, 73	63, 1	37	32	87
3. Pasquale »	75	1, 63	56, 2	29	25	90
4. Teresa (donna)	29	1, 58	53, 9	23	19	86
5. Fedela »	66	1, 55	44, 2	19	15	72

(1) La dieta del vegetariano di Voit era composta di gr. 569 di pane, gr. 1212 di frutta e gr. 21 di olio.

Questa famiglia, della quale fanno parte un' altra persona e due bambini, che non furono sottoposti agli esperimenti, vive con un bilancio annuo di L. 423, 67, con una spesa giornaliera complessiva di 18 cent. per adulto di cui 15 andavano impiegati per il vitto (1).

Per prima cosa fu determinato per 3 giorni (16-17-18, XII, 1906) il bilancio alimentare nelle ordinarie condizioni di alimentazione. Furono distribuiti poi giornalmente 100 gr. di carne di bue pesata cruda (contenente in media gr. 21, 23 di albumina) lasciando la facoltà di mangiare gli altri cibi usuali. Dopo 15 giorni di tale dieta, fu raccolto un nuovo bilancio per altri 3 giorni (10-11-12, I, 1907).

Allora la carne fu portata a 200 gr. (albumina gr. 48, 79) per altri 15 giorni e infine fu determinato il terzo bilancio per 3 giorni (28-29-30, I, 1907). Contemporaneamente si saggiò la forza degli individui con parecchie prove al dinamometro, e così pure si esaminò nei suoi caratteri il sangue.

Negli alimenti e negli escreti furono determinati solo l' azoto e le ceneri. Le calorie sono calcolate sulle analisi fatte precedentemente. L'olio fu sempre pesato a parte. I pasti erano due nella giornata, il primo alla *mattina* (**m**) alle 9, il secondo alla *sera* (**s**) alle 16,30.

CIBI INTRODOTTI NELLE TRE PROVE
in grammi

Iª vegetale		IIª + 100 gr. di carne		IIIª + 200 gr. di carne	
XII. **16. m.**	Polenta e fava	I. **10. m.**	Pizza Carne gr. 50	I. **28. m.**	Pizza Carne gr. 100
» » **s.**	Minestra di pasta	» » **s.**	Polenta e fava Carne gr. 50	» » **s.**	Polenta Carne gr. 100
» **17. m.**	Pizza	» **11. m.**	Residuo polenta e fava del giorno 10 Carne gr. 50	» **29. m.**	Pizza Carne gr. 100
» » **s.**	Verdura (cavoli) Pizza	» » **s.**	Verdura (cavoli) Pizza Carne gr. 50	» » **s.**	Verdura (cavoli) Pizza Carne gr. 100
» **18. m.**	Pizza	» **12. m.**	Pizza Carne gr. 50	» **30. m.**	Pizza Carne gr. 100
» » **s.**	Verdura (cavoli) Pizza	» » **s.**	Verdura (cavoli) Pizza Carne gr. 50	» » **s.**	Pizza Carne gr. 100 (2)

(1) Il computo fu fatto coi dati di Atwater.

(2) La *pizza* viene preparata impastando la farina di mais già stacciata con acqua calda e sale, in forma di schiacciata del peso di circa 2 kilogrammi e cuocendola sotto una lastra di ferro, detta *testo*, coperta di brage. Appena cotta è coperta da una crosta gialla, e manda un' aroma gradevole; raffreddata riesce stucchevole agli stessi contadini.

La *minestra di maccheroni* viene preparata cuocendo la pasta di frumento nell' acqua, scolando parte di questa, aggiungendovi il sale, e poi, prima di scodellarla, dell' olio in quantità, fritto con peperoni, aglio e cipolla.

I *cavoli* mondati dalle foglie più grandi, e tagliati a pezzi vengono cotti nell' acqua: indi sono scolati sopra uno staccio, salati e conditi con una certa quantità di olio fritto colle spezie. Forma un cibo molto voluminoso, e quei contadini ne mangiano fino a 2 kilogrammi ogni pasto.

La *polenta* viene preparata gettando la farina nel paiolo pieno d' acqua calda, salata, e quando ha raggiunto una certa consistenza aggiungendovi prima le fave cotte a parte, e poi l' olio fritto colle spezie, oppure solamente l' olio.

La *carne* fu preparata friggendola nel tegame con olio e sale, oppure arrostendola al fuoco dopo averla salata e unta con una penna intrisa d' olio.

ENTRATE GIORNALIERE IN GRAMMI

Dieta vegetale (16-18, XII)

Nome	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kilogr.
Pietro	2455, 67	12, 722	79, 51	31, 558	2451, 77	46, 97
Domenico	2022, 67	10, 448	65, 30	25, 578	2150, 67	32, 05
Pasquale	2495, 67	13, 151	82, 20	31, 587	2598, 55	46, 24
Teresa	2217, —	11, 486	71, 79	27, 493	2244, 08	41, 63
Fedele	1189, 33	6, 355	39, 72	15, 343	1199, 11	27, 13

Dieta vegetale con 100 *grammi di carne* (10-12, I)

Nome	Quantità gr.	Azoto totale gr.	Azoto carneo gr.	Albumina totale × 6, 25 gr.	Albumina carnea gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kilogr.
Pietro	2196, 66	17, 246	(3, 382)	107, 79	(21, 14)	32, 744	2404, 40	45, 03
Domenico	1572, 33	13, 469	(3, 612)	84, 18	(22, 58)	24, 441	1806, 42	28, 23
Pasquale	2128, 67	16, 656	(3, 196)	104, 10	(19, 97)	32, 611	2394, 10	41, 56
Teresa	1903, 87	15, 728	(3, 459)	98, 30	(21, 62)	28, 752	2246, 02	41, 36

Dieta vegetale con 200 *grammi di carne* (28-30, I)

Nome	Quantità gr.	Azoto totale gr.	Azoto carneo gr.	Albumina totale × 6, 25 gr.	Albumina carnea gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kilogr.
Pietro	1687, —	17, 846	6, 448	111, 54	(40, 30)	26, 859	2464, 02	45, 88
Domenico	1440, 67	16, 264	6, 919	101, 65	(43, 24)	23, 661	2080, 96	31, 97
Pasquale	1930, 33	19, 233 (1)	6, 214	120, 21	(38, 84)	30, 279	2764, 28	47, 66
Teresa	1414, 67	16, 568	6, 948	103, 55	(43, 43)	22, 897	2151, 50	39, 40
Fedele	778, —	13, 073	6, 905	81, 71	(43, 16)	14, 163	1267, 83	28, 55

MEDIE DELLE SOSTANZE INTRODOTTE

Dieta puramente vegetale

Sesso	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kilogr.
Uomini	2324, 67	12, 107	75, 67	29, 576	2400, 33	41, 99
Donne	1703, 16	8, 920	55, 75	21, 418	1721, 59	35, 10

(*segue alla pag. seguente*)

Dieta vegetale con gr. 100 di carne

Sesso	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina totale gr.	Albumina carnea gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kilogr.
Uomini	1965, 89	15, 79	98, 69	(21, 23)	29, 932	2201, 64	37, 74
Donne (1)	—	—	—	—	—	—	—

(1) Una delle donne, indisposta, non prese parte a questa prova, per cui si tralasciò la media donne.

Dieta vegetale con gr. 200 di carne

Sesso	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina totale gr.	Albumina carnea gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kilogr.
Uomini	1686, —	17, 781	111, 13	(40, 79)	26, 933	2436, 42	41, 34
Donne	1096, 33	14, 820	92, 63	(43, 29)	18, 53	1709, 66	34, 54

Appare subito come questi individui abbiano *spontaneamente* diminuito l' introduzione degli altri cibi vegetali: ciò ebbe per effetto una leggera diminuzione nelle calorie della dieta e nella massa del cibo introdotto.

PERDITE GIORNALIERE CON LE FECI, IN GRAMMI

Dieta vegetale (16-18, XII)

Nome	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Ceneri gr.
Pietro	305, 67	3, 446	21, 54	9, 383
Domenico	260, 67	2, 516	15. 73	8, 345
Pasquale	391, 67	3, 660	22, 88	12, 397
Teresa	333, 33	3, 122	19, 51	8, 846
Fedele	186, 67	2, 291	14, 32	6, 063

Dieta vegetale con gr. 100 di carne (10-12, I)

Nome	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Ceneri gr.
Pietro	228, 33	2, 653	16, 58	7, 476
Domenico	215, 33	2, 325	14, 53	7, 192
Pasquale	341, —	3, 836	23, 97	12, 375
Teresa	303, 33	3, 236	20, 22	8, 618

Dieta vegetale con gr. 200 di carne (28-30, I)

Nome	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina × 6,25 gr.	Ceneri gr.
Pietro	193,33	2,468	15,43	8,465
Domenico	78,33	1,081	6,76	4,136
Pasquale	261,—	2,938	18,36	9,683
Teresa	145,—	2,330	14,56	6,375
Fedele	49,—	0,817	5,11	3,173

MEDIE DELLE PERDITE GIORNALIERE CON LE FECI, IN GRAMMI

Prove	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina gr.	Ceneri gr.
Uomini I^a prova	319,34	3,207	20,04	10,042
» II^a »	261,55	2,938	18,36	9,014
» III^a »	177,55	2,162	13,51	7,428
Donne I^a »	260,—	2,706	16,91	7,454
» III^a »	97,—	1,573	9,83	4,774

Come si vede, è assai ridotta la massa delle feci che divengono meno ricche di acqua. I sali pure diminuiscono; le perdite dell' azoto vanno riducendosi progressivamente, sebbene l' introduzione di esso inversamente cresca.

Questa minore perdita non è dovuta al solo fatto che l' albumina animale introdotta colla carne è più facilmente intaccata da succhi digestivi, e quasi completamente assimilabile. Basta gettare uno sguardo sulle medie degli alimenti introdotti per vedere che i nostri contadini consumarono nelle tre serie quasi la stessa quantità di albumina vegetale a cui aggiunsero nella seconda e terza quella della carne Infatti essi colla carne mangiavano il pane di mais, rinunciando in parte alle voluminose minestre, e, nell'ultima prova, anche alle verdure ed ai sali contenuti in esse. Ciononostante l' azoto perduto colle feci si ridusse dalla I^a alla III^a prova per gli uomini da gr. 3,207 a 2,162, per le donne da 2,706 a 1,573, ovverossia anche l' albumina vegetale fu meglio digerita e assimilata dagli intestini, rinforzati nelle loro funzioni dalla dieta carnea.

Infatti le perdite considerevoli che si hanno colla dieta vegetale, sono dovute non tanto alla cellulosa che, avvolgendo l' albumina, la sottrae all' azione digestiva dei succhi intestinali, quanto al logorio continuo a cui è sottoposto l' intestino.

Sebbene l' aumentata peristalsi prodotta dalle abbondanti scorie faccia sì che l' intestino si vuoti parecchie volte al giorno, travolgendo nelle feci alimenti indecomposti e l' azoto secreto coi succhi digestivi, tuttavia l' intestino permane sempre pieno di prodotti in elaborazione; al contrario di quello che avviene nei carnivori, in cui la mattina esso è quasi vuoto. Noi abbiamo osservato nei nostri contadini che i residui dei fagioli e delle verdure

pur potendo comparire nelle feci anche 6 ore dopo l' ingestione, continuano ad essere espulsi per due o tre giorni, mantenendo così l' apparato digerente in continuo lavoro.

Si comprende quindi facilmente come questi intestini, sottoposti quasi dalla nascita a tale eccessivo e continuo lavoro, si logorino e si atrofizzino; così fra i contadini sono comuni le malattie del tubo gastro-enterico, tanto le catarrali come quelle nervose che intimamente sono connesse coi visceri, cioè le ipocondriache; e a tale logorio e atrofia segue una diminuzione nella quantità e una alterazione nella natura delle secrezioni, le quali d' altra parte sono poco stimolate per la poca sapidità dei cibi.

La carne invece col suo aroma e colle sostanze estrattive, agisce stimolando la secrezione gastrica, e con questa tutte le altre, per la mirabile connessione funzionale che le unisce, come hanno dimostrato le geniali esperienze del Pawlow. Diminuendo la quantità di albumina perduta colle feci, e crescendo invece quella introdotta, le percentuali delle perdite dimuinuiscono in modo veramente meraviglioso.

Noi ritorneremo presto su quest' argomento, prendendo a considerare anche l' assimilazione dei grassi, del fosforo, ed esaminando l' influenza di altri cibi animali come le uova in rapporto a sostanze vegetali ricche d' albumina.

PERCENTUALE (%) DELLE PERDITE GIORNALIERE COLLE FECI

	Dieta vegetale *1ª prova* (16-18, XII)		*Dieta vegetale* *con 100 gr. di carne - 2ª prova* (10-12, I, 907)		*Dieta vegetale* *con 200 gr. di carne - 3ª prova* (28-30, I)	
Nome	Azoto e Albumina	Ceneri	Azoto e Albumina	Ceneri	Azoto e Albumina	Ceneri
Pietro	27, 09	29, 73	15, 38	22, 83	13, 83	31, 52
Domenico	24, 08	32, 63	17, 26	29, 43	6, 65	17, 48
Pasquale	27, 83	39, 25	23, 03	37, 95	15, 27	31, 98
Teresa	27, 18	32, 18	20, 57	29, 97	14, 06	27, 84
Fedele	36, 05	39, 52	—	—	6, 26	22, 40

MEDIE PERCENTUALI (%)

DELLE PERDITE GIORNALIERE CON LE FECI

Prove	Azoto	Ceneri
Uomini Iª prova	26, 49 %	33, 95 %
» IIª »	18, 61 %	30, 11 %
» IIIª »	12, 16 %	27, 58 %
Donne Iª »	30, 34 %	34, 80 %
» IIIª »	10, 61 %	25, 76 %

Da questa tabella appare anche più chiaro come si sia avuto un significantissimo miglioramento dei processi assimilativi da parte dell' intestino: le perdite da notevolissime si ridussero alle percentuali che si riscontrano nelle diete usuali delle classi abbienti; e

ciò perchè non solo la nuova albumina animale fu assimilata perfettamente, ma anche la restante vegetale (come abbiamo detto) fu usufruita in maniera più perfetta.

Le ricerche intraprese da E. Fischer sulla intima costituzione chimica delle albumine, ci hanno fatto conoscere che esse sono composte di numerosi nuclei molecolari variabili nelle diverse albumine tanto nei rapporti quantitativi, quanto in quelli qualitativi.

D' altra parte numerose analisi di Abderhalden concordano nel determinare le albumine del sangue, qualunque sia il genere di alimentazione sempre di eguale costituzione molecolare. Per questo egli ha creduto di poter affermare che tutte le albumine dei cibi vengono più o meno scisse profondamente a seconda della loro costituzione, per poi subire una integrazione che le renda simili a quelle del sangue. Tale ricostruzione pare che avvenga nelle pareti intestinali per vitale attività delle cellule che le rivestono. Se si accetta tale modo di vedere si comprende come le albumine della carne più simili a quelle del sangue, si prestino meglio a nutrire gli organismi che quelle vegetali, spesso differenti profondamente nella loro composizione chimica Certo è che negli organismi non vi ha funzione che non sia legata all' albumina vivente protoplasmatica, e che non avvenga mediante una più o meno profonda o completa distruzione di essa. Nè si può parlare di perfetta assimilazione, senza intendere che l' albumina dei cibi venga a sostituire quella distrutta, la qual cosa riuscirà più facile alle albumine animali che alle vegetali. Beccari nella metà del XVIII secolo aveva detto che il corpo è composto delle medesime sostanze che assume col cibo: anche a prescindere da questa concordanza chimica, noi crediamo che l' albumina carnea possegga una specifica virtù, atta a favorire i processi intestinali, sia stimolando le secrezioni, sia agendo di presenza nelle integrazioni.

E qui torna opportuno ricordare le conosciute esperienze di Munk (1) e Rosenheim (2) sopra i cani nutriti con cibo sufficiente in calorie, ma povero in albumina.

I cani del primo perdettero i peli, soffersero notevoli disturbi digestivi, inoltre non raggiunsero mai l' equilibrio azotato, l' assorbimento andò in essi sempre più peggiorando, e l' emoglobina si ridusse al 60-63 % del normale: all' autopsia si verificarono: forte dimagrimento e degenerazione grassa dei muscoli e del miocardio. I cani di Rosenheim, sebbene apparentemente non fossero turbati nel ricambio azotato, pure mostrarono un progressivo e continuo deperimento con diminuzione delle forze e apatia: all' autopsia si riscontrò una avanzata degenerazione grassa degli epiteli dello stomaco e dell' intestino. Nè il fatto che l' uomo sia di sua natura meno carnivoro del cane, nè l' essere riuscito Jägerroos (3) a far vivere i suoi cani con tale dieta in condizioni apparentemente buone, crediamo valgano a togliere valore ai risultati su esposti. Rimane poi il fatto che ambedue i cani di Jägerroos morirono di infezione acuta; indeboliti forse dalla precedente dieta. Inoltre tanto Munk quanto Rosenheim osservarono che i cani si rimettevano subito ritor-

---

(1) Munk J. Ueber die Folgen einer ausreichenden, aber eiweissarmen Nahrung. *Virchow' s Arch.* Bd. CXXXII, S. 91. *Arch. für Anat. u. Phys.* 1891, S. 338.

(2) Rosenheim. Ueber den gesundheitsschädigenden Einfluss eiweissarmer Nahrung. *Arch. für Anat. u. Phys.* 1891, S. 341. *Pflüger' s Arch.* 1893, 54, 61.

(3) Jägerroos. Ueber die Folgen einer ausreichenden, aber eiweissarmen Nahrung. *Skand. Arch. f. Phys.* 1902, 13, 375.

nando alla dieta carnea, e che bastavano due o tre giorni di tale dieta per renderli capaci di sopportare bene e per lungo tempo quella povera di albuminoidi.

SOSTANZE ASSIMILATE GIORNALIERE

Dieta vegetale (16-18, XII)

Nome	Azoto gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Albumina per kilogr. gr.	Ceneri
Pietro	9, 276	57, 97	1, 11	22, 175
Domenico	7, 932	49, 57	0, 79	17, 233
Pasquale	9, 491	59, 32	1. 06	19, 190
Teresa	8, 364	52, 28	0, 97	18, 647
Fedele	4, 064	25, 40	0, 57	9, 280

Dieta vegetale con 100 *grammi di carne* (10-12, I, 907)

Nome	Azoto gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Albumina per kilogr. gr.	Ceneri
Pietro	14, 593	91, 21	1, 71	25, 268
Domenico	11, 144	69, 65	1, 09	17, 249
Pasquale	12, 820	80, 13	1, 39	20, 236
Teresa	12, 492	78, 08	1, 44	20, 134
—	—	—	—	—

Dieta vegetale con 200 *grammi di carne* (28-30, I)

Nome	Azoto gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Albumina per kilogr. gr.	Cenesi gr.
Pietro	15, 378	96, 11	1, 79	18, 394
Domenico	15, 183	94, 89	1, 46	19, 525
Pasquale	16, 295 (1)	101, 85	1, 76	20, 696
Teresa	14, 238	88, 99	1, 63	16, 522
Fedele	12, 256	76, 60	1, 73	10, 990

MEDIE DELLE SOSTANZE ASSIMILATE GIORNALIERE

Prove	Azoto gr.	Albumina gr.	Albumina × 6, 25 gr.	Ceneri gr.
Uomini I^a^ prova	8, 90	55, 63	0, 97	19, 534
» II^a^ »	12, 852	80, 33	1, 38	20, 918
» III^a^ »	15, 619	97, 62	1, 66	19, 505
Donne I^a^ »	6, 214	38, 84	0, 79	13, 964
» III^a^ »	13, 247	82, 79	1, 67	13, 756

La migliorata assimilazione rende anche maggiore la quantità di albumina usufruita dall' organismo. Come si vede, è quasi raddoppiata l' energia che sotto forma di albumina viene consumata dall' organismo, e raggiunge quelle cifre che Voit ha stabilito necessarie al medio lavoratore.

Noi crediamo che sia stata data dagli scienziati, se si eccettuano Pflüger e Kronecker, troppo poca importanza a questo fattore. Per noi le energie che si possono trarre dagli alimenti, benchè siano fisicamente equivalenti, non lo sono nei loro effetti fisiologici ultimi; e siamo convinti che le funzioni più evolute, e specialmente le nervose, le psichiche e le sessuali, ricevano particolare incremento dall' energia che si sprigiona dalle albumine e specialmente da quella animale.

Albertoni (1) ha dimostrato come con stimolazioni corticali si può produrre nei carnivori l' epilessia, mentre ciò non avviene negli erbivori; e questi contadini, torpidi psichicamente, non sentono molto gli appetiti sessuali, tanto è vero che comunemente uno solo dei componenti la famiglia prende moglie; fatto questo socialmente importantissimo.

BILANCIO GIORNALIERO DELL' AZOTO

Dieta vegetale (16-18, XII)

Nome	Azoto introdotto gr.	Azoto delle feci gr.	Azoto assimilato gr.	Azoto delle urine gr.	Differenza gr.
Pietro	12, 722	3, 446	9, 276	9, 317	— 0, 041
Domenico	10, 448	2, 516	7, 932	8, 914	— 0, 982
Pasquale	13, 151	3, 660	9, 491	8, 074	+ 1, 417
Teresa	11, 486	3, 122	8, 364	8, 567	— 0. 203
Fedele	6, 355	2, 291	4, 064	5. 088	— 1, 024

Dieta vegetale con 100 grammi di carne (10-12, I)

Nome	Azoto introdotto gr.	Azoto delle feci gr.	Azoto assimilato gr.	Azoto delle urine gr.	Differenza gr.
Pietro	17, 246	2, 653	14, 593	12, 841	+ 1, 752
Domenico	13, 469	2, 325	11, 144	9, 864	+ 1, 280
Pasquale	16, 656	3, 836	12, 820	8, 085	+ 4, 735
Teresa	15, 728	3, 236	12, 492	11, 486	+ 1, 006
—	—	—	—	—	—

(1) Albertoni. P. Contributo alla patogenesi dell' epilessia. *Annali universali di Medicina* Vol. 249, anno 1879 e Moleschott. *Untersuchungen zur Natur lehre* 1880.

Dieta vegetale con 200 grammi di carne (28-30, I)

Nome	Azoto introdotto gr.	Azoto delle feci gr.	Azoto assimilato gr.	Azoto delle urine gr.	Differenza gr.
Pietro	17,846	2,468	15,378	13,179	+ 2,199
Domenico	16,264	1,081	15,183	14,581	+ 0,602
Pasquale	19,233	2,938	16,295	10,836	+ 5,459
Teresa	16,568	2,330	14,238	13.125	+ 1,113
Fedele	13,073	0,817	12,256	10,789	+ 1,467

MEDIE DEL BILANCIO GIORNALIERO DELL'AZOTO

Prove			Azoto introdotto gr.	Azoto perduto colle feci gr.	Azoto assimilato gr.	Azoto urinario gr.	Differenza gr.
Uomini	Iª	prova	12,107	3,207	8,900	8,768	+ 0,132
»	IIª	»	15,790	2,938	12,852	10,263	+ 2,589
»	IIIª	»	17,781	2,162	15,619	12,865	+ 2,754
Donne	Iª	»	8,920	2,706	6.214	6,827	— 0,613
»	IIIª	»	14,820	1,573	13,247	11,957	+ 1,290

Come si vede dalla tabella, colla dieta carnea aumenta di molto l'azoto introdotto, e anche di più l'azoto usufruito dall'organismo, in virtù della migliorata assimilazione intestinale. In pari tempo cresce anche l'eliminazione di azoto colle orine, tendendo l'organismo a porsi in equilibrio, e, al piccolo guadagno che ne risulta fa riscontro un aumento di peso del corpo.

Da quando, per merito specialmente di Voit e Pettenkofer, fu dimostrato che tutto l'azoto abbandona l'organismo colle orine e colle feci, e che le differenze in più o meno fra l'entrata e l'uscita si possono considerare senza errore notevole — almeno nei carnivori — come carne aggiunta o perduta per l'animale, il bilancio azotato ha preso una parte preponderante negli studi dell'alimentazione. E a ciò contribuì non poco la facile e sicura analisi chimica dell'azoto.

Se poi si mantiene eguale per alcun tempo la introduzione di azoto, si osserva sempre come l'organismo si ponga rapidamente in equilibrio, eliminando ogni giorno una quatità di azoto eguale a quella introdotta.

E ciò non perchè l'albumina assimilata giornalmente venga tutta scissa e sia espulso l'azoto nelle 24 ore, ma perchè costante è la frazione di esso che viene eliminata nella giornata, come pure sono costanti le frazioni minori eliminate nelle giornate successive, per cui costante essendo l'entrata, in breve risulta uniforme anche l'uscita. Tale perfetto equilibrio indusse a ricercare l'effetto di molteplici fattori che valessero a modificare in più o in meno tale bilancio: e si volle anche usare questo criterio, — secondo noi erroneamente — per valutare la quantità minima di albumina necessaria agli organismi;

ritenendo sufficiente la minima che valesse a impedire le perdite di azoto da parte del corpo, conservandone così l'integrità materiale. Ecco i valori più bassi trovati da vari esperimentatori, generalmente su se stessi:

Autori	Peso del corpo kilogr.	Azoto	Albumina N × 6,25	N per kilogr. corporeo	Calorie per kilogr. corporeo
Hirschfeld	73,—	7,44	46,5	0,10	47,4
Kumagava	48,—	8,75	54,7	0,18	53,8
Klemperer	64,—	5,28	33,0	0,08	78,4
»	65,5	5,28	33,0	0,08	76,6
Peschel	74,5	5,88	36,8	0,08	46,0
Sivén	58,9	4,52	28,2	0,08	41,4

Ora noi crediamo che tali ricerche abbiano condotto solamente a stabilire il fatto che gli organismi possono porsi in equilibrio con quantità di azoto diversissime e anche minime, in rapporto al loro mirabile potere di adattamento, e che tale facoltà è variabile secondo le circostanze e gli individui.

Valga questa tabella tolta da Sivén (1) a dimostrare come rapidamente l'organismo si ponga in equilibrio con quantità sempre minori di azoto.

BILANCIO AZOTATO

Serie	Azoto introdotto	Albumine introdotte N × 6,25	Calorie	Giorni successivi della serie (le serie si susseguono senza intervallo salvo 3 giorni fra la prima e la seconda)						
				I	II	III	IV	V	VI	VII
I	12,69	79,4	2479,4	— 0,53	+ 1,63	+ 1,68	+ 1,57	+ 1,58	+ 2,96	+ 0,84
II	10,44	65,2	2492,8	— 0,34	+ 0,23	+ 0,55	—	—	—	—
III	10,35	64,6	2504,9	+ 1,38	+ 1,22	+ 0,18	+ 1,46	+ 0,99	+ 0,69	—
IV	8,71	54,2	2486,0	+ 0,15	+ 0,57	+ 0,08	+ 1,25	+ 1,15	+ 1,19	—
V	6,26	39,1	2477,0	— 1,62	— 0,47	+ 0,07	+ 0,49	+ 0,51	+ 0,44	—
VI	4,52	28,3	2444,2	— 0,71	— 0,34	— 0,70	+ 0,04	—	—	—
VII	2,43	15,2	2440,8	— 1,58	— 0,81	— 1,08	— 1,20	— 0,97	— 0,89	— 0,74

Bilancio totale nei 39 giorni: orine 5,82 - feci 1,79 - azoto (feci e orine) 7,61 - dieta 7,88 - bilancio + 0,27 (in tutto + 10,60; pag. 115-6 e 128) - perdette in peso kilogr. 2,800.

E questa facilità con cui l'organismo raggiunge l'equilibrio azotato è un fenomeno che fa parte di quella legge generale per cui gli organismi tendono a conservare la propria integrità organica, ossia, immutata la composizione dei propri organi e tessuti.

---

(1) Sivén V. O. Ueber des Stickstoffgleichsgewicht beim erwachsenen Menschen. *Skand. Arch. f. Phys.* Bd. X, pg. 91 1900.

Perciò i criteri che debbono guidarci a giudicare quale sia la quantità di albumina più acconcia all' organismo umano, non vanno ricercati nelle variazioni del bilancio azotato ma in tutte quelle modificazioni che, per le varie quantità di albumina introdotta, possono effettuarsi sia nella natura dei liquidi circolanti, sia nella costituzione e funzionalità degli organi vegetativi, psichici e motori.

PESO - FORZA - SANGUE

Dieta vegetale (16-18, XII)

Nome	Peso in kilogr.	Forza al dinamometro		Sangue		
		Destra	Sinistra	Emoglobina	Globuli rossi	Valore globulare
Pietro	52, 200	35	34	77	4, 746, 800	0, 811
Domenico	63, 100	37	32	67	3, 984, 000	0, 84
Pasquale	56, 200	29	25	78	4, 777, 000	0, 817
Teresa	53, 900	23	19	79	5, 075, 000	0, 70
Fedele	44, 200	19	15	63	4, 443, 700	0, 638

Dieta vegetale con 100 *grammi di carne* (10-12, I)

Nome	Peso in kilogr.	Forza al dinamometro		Sangue		
		Destra	Sinistra	Emoglobina	Globuli rossi	Valore globulare
Pietro	53, 400	41	37	83	4, 965, 600	0, 835
Domenico	64, —	45	41	78	4, 946, 800	, 788
Pasquale	57. 6	32	32	84	4, 759, 300	882
Teresa	54, 300	29	25	80	4, 781, 250	752
—	-	—	—	-	—	—

Dieta vegetale con 200 *grammi di carne* (28-30, I)

Nome	Peso in kilogr.	Forza al dinamometro		Sangue		
		Destra	Sinistra	Emogloaina	Globuli rossi	Valore globulare
Pietro	53, 700	41	38	93	4, 981, 250	0, 933
Domenico	65, 100	45	41	84	4, 984, 370	0, 843
Pasquale	58, —	34	32	90	5, 165, 000	0, 871
Teresa	54, 600	31	29	90	5, 034, 370	0, 804
Fedele	44, 400	21	17	85	4, 443, 750	0, 861

MEDIE

Nome		Peso in kilogr.	Forza al dinamometro		Sangue		
			Mano destra	Mano sinistra	Emoglobina	Globuli rossi	Valore globulare
Uomo	Iª prova	57, 167	33, 67	30, 33	74, —	4, 502, 600	0, 821
»	IIª »	58, 333	39, 33	33, 67	81, 67	4, 890. 566	0, 835
»	IIIª »	58, 933	40, —	37, —	89, —	5, 043, 540	0, 882
Donna	Iª »	49, 050	21, —	17, —	71, —	4; 759, 350	0 671
»	IIIª »	59, 490	26, —	23, —	87, 33	4, 739, 060	0, 829

La forza è aumentata, e questo è dovuto unicamente alla carne, non avendo gli individui fatto esercizi muscolari, ai quali esercizi, a parer nostro, va attribuito l'aumento di forza che Chittenden osservò sugli individui che egli aveva posto a dieta ristretta di albumina. E crediamo pure che l'aumento di forza da lui notato non avrebbe durato se l'esperimento fosse continuato più a lungo, perchè i contadini, che pur si esercitano continuamente nei lavori manuali, spesso faticosi, hanno - per esperienza nostra e d'altri - una forza muscolare al dinamometro di molto inferiore al borghese. Sono conosciuta lè esperienze di Gasparin sugli operai francesi lavoranti alla ferrovia di Rouen, come pure le diete che Plaifair ci dà degli operai inglesi; anzi, poichè l'industria moderna tende a sostituire il lavoro muscolare con quello psichico dell'attenzione, tanto più è necessario che la dieta degli operai delle grandi fabbriche sia ricca di albumina.

Frentzel (1) ha dimostrato con rigorose esperienze che l'albumina aumenta il lavoro ergografico, più dello zucchero, e noi crediamo che ciò si compia per un'azione vivificatrice dell'albumina sui centri nervosi dello sforzo.

Importanti lavori del laboratorio di Kronecker hanno dal 1874 dimostrato che « solo i liquidi contenenti l'albumina del siero del sangue hanno la proprietà di permettere il lavoro del cuore » (2).

F. Brinck venne a questa conclusione: « l'albumina del siero del sangue è meglio caratterizzata dalla sua proprietà di ravvivare i muscoli che dalle comuni reazioni chimiche » (3). J. Ries trovò che « nessuna soluzione salina può conservare l'eccitabilità del sistema nervoso centrale e periferico, come pure l'attività dei muscoli di rana, mentre possono far ciò i liquidi contenenti l'albumina del siero del sangue » (4).

---

(1) Frentzel J. Ergographische Versuche über die Närhrstoffe als Kraftspender für ermüdete Muskeln. *Archiv. für Anat. u. Phys.* 1899. Suppl. Band. 141.

(2) Martius. Die Erschöpfung und Ernährung des Froschherzens *DuBois-Reymond' s Archiv.* 1882, S. 543.

(3) Brinck J. Ueber synthetische Virkung lebenden Zellen. *Zeitschr,. f. Biol.* 1889, S. 473.

(4) Riès J. Ueber die Erschöpfung und Erholung des centralen Nervensystems. *Zeitschr. f. Biol.* 1906, S. 397.

Lussanaj recentemente ha confermato e ampliati i risultati della scuola di Kronecker, trovando inoltre che il siero di sangue mantiene l'irritabilità del cuore agli stimoli interni e esterni meglio di qualunque altro liquido che si faccia circolare (1).

Notevole è pure l'aumento della emoglobina e del valore globulare.

Il numero di globuli rossi, maggiore del normale, quale appare nella donna, fu già osservato in individui anemici deperiti (2).

***

Non è ancor spento il rumore che ha destato, specialmente nel pubblico dei profani il lavoro di Chittenden.

Sotto le forme di una grande rigorosità scientifica egli tende a far prevalere opinioni che ripugnano al buon senso pratico e alla sana intuizione biologica. Egli basa gran parte delle sue dimostrazioni sul raggiunto equilibrio azotato; fenomeno al quale, come dicemmo, noi diamo un valore tutto relativo. Analizzando minutamente le sue esperienze, si osserva il fatto che quando egli somministrava nei bilanci completi una quantità di albumina maggiore di quella che dalle orine si può calcolare come ingerita durante tutta l'esperienza, essi avidamente la ritenevano perdendola invece quando la quantità introdotta era minore.

La sua dieta in ogni caso non è pratica, poichè infatti ad essa si sottrasse la metà degli individui che v'erano stati assoggettati in massa. La sua pretesa economia poi certamente scompare quando si osserva la delicata composizione e preparazione dei cibi, forniti di nervini, ben diversi da quelli dei vegetariani puri e dei nostri contadini. D'altra parte, data la natura degli esperimenti il Chittenden, non può determinare che per un tempo relativamente breve gli effetti che dalla diminuita introduzione di albumina possono derivare all'organismo; a lui sfuggono quelli lontani, che agiscono lentamente, ma accumulandosi; troppo lenti per essere colpiti sperimentalmente, ma che nei nostri contadini agiscono oltre che dalla nascita, anche ereditariamente da secoli. Invece l'effetto che noi abbiamo ottenuto colla carne perdurerà, si può ritenere logicamente, finchè noi continueremo a somministrarla.

Difatti, altro è bilancio **minimo assoluto** di azoto compatibile colla vita umana, e altro è bilancio **minimo pratico** che permetta all'individuo tutta la piena esplicazione delle facoltà motorie e psichiche necessarie a vincere nella lotta per la vita.

Noi crediamo che i fisiologi, sotto l'influenza del Voit, abbiano considerato i problemi dell'alimentazione umana sotto un punto di vista troppo ristretto, riducendone lo studio quasi alla sola ricerca delle variazioni nei rapporti ponderali degli elementi primi

---

(1) Filippo Lussana. Ricerche sopra la irritabilità e la forza del cuore. *C. R. Soc. de Biolog.* 1908, *Archivio di Fisiologia,* 1908. Dal laboratorio di Kronecker.

(2) Si notò un gran miglioramento nelle condizioni dei detenuti in Moabit dopo l'introduzione del vitto carneo (1 o 2 volte alla settimana 100 gr. di carne), 1 volta pesce (250 gr.), formaggio e aringhe e giornalmente 50 cc. di latte. « Nahrungswesen ». Mombert P. *Weils-Handbuch d. Hyg.* Fischer. Jena, 1904.

costitutivi del' organismo. Come già dicemmo al principio del nostro lavoro, i fenomeni dell' alimentazione assumono, specialmente nell' uomo, molti e vari intimi rapporti non solo con tutte le funzioni più elevate, ma anche coi fenomeni sociali, morali ed economici; cosicchè il voler giudicare del valore degli alimenti completi e degli stessi principi alimentari, senza tener calcolo di questi fattori per cui essi assumono particolare e spesso fondamentale importanza, non può portare che a conclusioni errate.

Le leggi che vogliono raffrontare i cibi in rapporto al loro calore di combustione, se pure hanno valore per alcuni fenomeni elementari del ricambio, lo perdono quando si voglia abbracciare il problema nella sua interezza. Fin dai nostri primi studi noi abbiamo ritenuto che spetti alle albumine, e specialmente a quelle animali, un posto particolare nella nutrizione. Noi crediamo che le funzioni più elevate, origine di tutte le altre, ovvero, nel campo delle funzioni nervose, le psichiche, e in quello delle funzioni organiche, le sessuali, abbiano particolar incremento da quelle albumine che formano la parte essenziale e propriamente vitale del protoplasma. Per cui ad esse sarebbe in ispecial modo legata la conservazione dell' individuo e della specie.

Ora man mano cresce negli individui la complessità organica, cresce anche l' importanza del sistema nervoso e delle sue funzioni di relazione, raggiungendo il massimo nell' uomo, in cui tutta la vita si accentra nella corteccia e si esplica quasi tutta nelle funzioni più elevate di questa, le motorie volontarie e coscienti.

Per cui più utili riescono le albumine all' uomo, in quanto nutrendo i centri nervosi ne aumentano l' attività sociale: si aggiunga anche che la moderna società tende a sostituire al lavoro muscolare quello psichico. Ampiamente è quindi giustificata l' estimazione che generalmente ottengono fra il popolo gli alimenti carnei e la loro ricerca, per cui il costo tende sempre più a crescere in rapporto ai vegetali, perchè al loro valore economico corrisponde un corrispettivo valore sociale: nuova prova questa dell' intimo nesso che unisce fra loro i fenomeni sociali e i fenomeni biologici.

Volentieri ci associamo a Pflüger quando dice: « Una aggiunta di albumina alla razione sufficente alla esistenza produce un aumento del ricambio e dell' attività vitale nell' individuo » (1).

---

(1) Pflüger E. « Ueber den Einfluss, welchen Menge und Art der Nahrung auf die Grösse des Stoffwechsels und der Leistungsfähigkeit ausüben » *Pfl. Archiv.* 1899; 77, 425.

COMPOSIZIONE % DEI CIBI NELLA DIETA VEGETALE

Pasti		Residuo secco	Azoto	Albumina × 6, 25	Ceneri	Grassi	Idrati di carbonio	Calorie
I Polenta e fava	16, XII	17, 60	0, 7295	4, 559	1, 09	2, 11	9, 841	78. 66
II Pasta a minestra	»	15, 75	0, 32	2, —	1. 08	0, 74	11, 93	63, 99
III Pizza	17, XII	45. 13	0, 783	4. 894	1. 33	1, 69	37, 216	188, 37
IV Minestra di verdura	»	11, 60	0, 3789	2, 368	1, 64	2, 10	5, 492	51, 76
V Pizza	»	48, 11	0, 803	5, 019	0, 77	1, 78	40, 541	203, 35
VI Pizza	18, XII	44, 21	0, 771	4, 819	0, 95	1, 66	36, 781	186, —
VII Minestr di verdura	»	10, 90	0, 32	2, —	2, 22	2, 36	4, 32	47, 86
VIII Pizza	»	40, 11	0, 7127	4, 454	1, 26	1, 50	32, 896	167, 08

Dieta vegetale con 100 grammi di carne

Pasti		Residuo secco	Azoto	Albumina × 6, 25	Ceneri	Grassi	Idrati di carbonio	Calorie
I Pizza di granone	10, I	47, 11	0, 93	5, 812	0, 71	1, 78	38, 808	199, 02
II Carne cotta (cruda gr. 178)	10, I	45, 142	5, 586	34, 912	3, 98	6, 25	—	201, 26
III Polenta e fava	10, I	16, 25	0, 524	3, 275	1, 16	1, 44	10, 375	69, 36
IV Polenta e fava	11, I	17, 03	0, 584	3, 65	1, 36	2, 22	9, 80	75, 79
V Carne cotta (cruda gr. 178)	11, I	46, 56	5. 792	36, 20	4, 13	6, 23	—	206. 36
VI Verdura	11, I	11, 99	0, 487	3, 044	2, 19	2, 86	3, 896	55. 05
VII Pizza	11, I	44, 22	0, 873	5, 456	1, 39	1, 66	35, 714	184, 23
VIII Pizza (colazione)	12, I	43, 22	0, 876	5, 475	1, 45	1, 62	34, 675	179, 68
IX Carne cotta (cruda gr. 164)	12, I	45, 595	5, 54	34, 625	5, 23	5, 74	—	195, 34
X Verdura	12, I	11, 22	0, 4115	2, 572	2, 36	2, 80	3, 488	50, 89
XI Pizza (sera)	12, I	43, 28	0, 86	5, 375	0, 84	1, 73	35, 335	183, —

Dieta vegetale con 200 grammi di carne

Pasti		Residuo secco	Azoto	Albumina × 6, 25	Ceneri	Grassi	Idrati di carbonio	Ceneri
I Pizza	28, I	46, 22	0. 9251	5, 782	1, 20	1, 73	37, 508	193, 58
II Carne cotta, mattina (cruda gr. 172)	28, I	41, 996	4, 881	30, 506	5, 47	6, 02	—	181, 06
III Pane	28, 29, 30, I	52, 14	1, 328	8, 30	0, 95	0, 70	42, 16	213. 40
IV Polenta	28, I	16, 23	0, 3931	2, 457	1, 87	1, 92	9, 983	68, 86
V Carne cotta, sera (cruda 175)	28, I	46, 414	5, 831	36, 444	3, 85	6, 12	—	206, 33
VI Pizza, mattina	29, I	41, 43	0, 8873	5, 546	1, 18	1, 55	33, 154	173, 08
VII Carne cotta (cruda gr. 175)	29, I	51, 046	6, 049	37, 806	4, 14	9, 10	—	239, 64
VIII Verdura	29, I	8, 42	0, 3134	1, 959	2, 15	1, 78	2, 531	34, 96
IX Pizza, sera	29, I	41, 68	0. 906	5, 662	0, 93	1, 56	33, 528	175, 19
X Pizza, mattina	30, I	43, 38	0, 9311	5, 819	0, 74	1, 63	35, 191	183, 30
XI Carne cotta (cruda 165)	30, I	52, —	5, 685	35, 53	3, 89	12, 58	—	262, 67
XII Pizza, sera	30, I	43, 10	0, 8782	5, 489	1, 52	1, 62	34, 471	178, 90

QUANTITÀ DEGLI ALIMENTI MANGIATI IN GRAMMI

Durata della prova	Data	Qualità dell' alimento		Pietro	Domenico	Pasquale	Teres	Fedele
Prima prova 16-18 dicembre 1906	16 mattina	Polenta e fava	I	997	411	906	865	609
	» sera	Pasta e minestra	II	2449	2144	2486	2402	1016
	17 mattina	Pizza	III	692	553	755	349	250
	» sera	Verdura	IV	817	646	766	655	368
	»	Pizza	V	526	570	627	650	243
	18 mattina	Pizza	VI	415	500	512	422	275
	» sera	Verdura	VII	857	660	798	649	459
	»	Pizza	VIII	614	584	637	659	348
Seconda prova 10-12 gennaio 1907	10 mattina	Pizza	I	447	318	537	470	—
	»	Barne cotta	II	28	24	25	29	—
	» sera	Polenta e fava	III	1885	1154	1571	1230	—
	»	Carne cotta	II	33	32	31	33	—
	11 mattina	Polenta e fava	IV	886	63	825	822	—
	»	Carne cotta	V	28	30	27	29	—
	» sera	Verdura	VI	514	507	740	569	—
	»	Pizza	VII	707	500	576	537	—
	»	Carne cotta	V	30	39	30	32	—
	12 mattina	Pizza	VIII	678	514	812	695	—
	»	Carne cotta	IX	31	32	30	34	—
	» sera	Verdura	X	747	487	745	604	—
	»	Pizza	XI	546	407	410	600	—
	»	Carne cotta	IX	30	35	27	27	—
Terza prova 28-30 gennaio 1907	28 mattina	Pane	III	—	—	—	—	526
	»	Pizza	I	637	502	680	583	—
	» sera	Carne cotta	II	58	52	55	67	74
	»	Polenta	IV	1175	1221	1523	919	495
	»	Carne cotta	V	55	70	52	62	46
	29 mattina	Pane	III	—	—	—	—	214
	»	Pizza	VI	619	678	798	596	—
	»	Carne cotta	VII	55	59	53	59	64
	» sera	Pane	III	—	—	—	—	112
	»	Verdura	VIII	426	264	437	258	296
	»	Pizza	IX	582	436	649	501	—
	»	Carne cotta	VII	55	61	46	59	56
	30 mattina	Pizza	X	615	495	695	492	—
	»	Pane	III	—	—	—	—	210
	»	Carne cotta	XI	60	62	67	58	66
	» sera	Pizza	XII	667	363	681	528	—
	»	Pane	III	—	—	—	—	115
	»	Carne cotta	XI	57	59	55	62	61

Nota — Fedele nella 3ª prova (28-30 gennaio 1907) mangiò pane di frumento (III) invece di pizza.

QUANTITÀ E AZOTO DELLE URINE EMESSE NELLE TRE PROVE

Prima prova 16-18, XII, 1906

Data	Pietro		Domenico		Pasquale		Teresa		Fedele	
	Quantità cc.	Azoto gr.	Quantità cc.	Azoto gr.	Quantità cc.	Azoto gr.	Quantità cc.	Azoto gr.	Quantità cc.	Azoto gr.
16 - XI - 1906	2740	10, 620	2310	9, 727	1330	8, 464	2310	10, 612	910	6, 009
17 » »	1810	9, 224	2170	8, 619	1360	7, 809	1500	7, 896	910	4, 834
18 » »	1540	8, 107	2140	8, 397	1100	7, 948	900	7, 192	620	4, 421
Media	2030	9, 317	2210	8, 914	1263, 33	8, 074	1570	8, 567	813, 33	5, 088

Seconda prova 10-12, I, 1907

Data	Pietro Quantità cc.	Pietro Azoto gr.	Domenico Quantità cc.	Domenico Azoto gr.	Pasquale Quantità cc.	Pasquale Azoto gr.	Teresa Quantità cc.	Teresa Azoto gr.	Fedele Quantità cc.	Fedele Azoto gr.
10 - I - 1907	3240	15, 656	2650	9, 825	1160	8, 120	1480	11, 402	—	—
11 » »	1340	11, 413	2200	10, 252	920	8, 937	1450	12, 211	—	—
12 » »	1800	11, 455	2440	9, 516	890	7, 197	1310	10, 844	—	—
Media	2126, 60	12, 841	2430	9, 864	990	8, 085	1413, 33	11, 486	—	—

Terza prova 28-30, I, 1907

Data	Pietro Quantità cc.	Pietro Azoto gr.	Domenico Quantità cc.	Domenico Azoto gr.	Pasquale Quantità cc.	Pasquale Azoto gr.	Teresa Quantità cc.	Teresa Azoto gr.	Fedele Quantità cc.	Fedele Azoto gr.
18 - I - 1907	1340	12, 504	2810	14, 924	1450	12, 835	1390	11, 771	720	9, 853
29 » »	1680	13, 104	2740	14, 552	840	9, 404	1350	13, 50	910	11, 060
30 » »	1430	13, 929	2130	14, 268	810	10, 270	910	11, 105	840	11, 455
Media	1483, 33	13, 179	2560	14, 581	1033, 33	10, 836	1250	13, 125	823, 23	10, 789

Nota — I bilanci giornalieri furono determinati tenendo conto solo dell' azoto, delle ceneri e calorie totali di ciascun alimento. Nelle medie l'albumina fu ricavata moltiplicando la media dell' azoto per 6,25. Le calorie furono calcolate in base ai dati di Rubner, cioè 4,1 per albumina e idrati di carbonio, 9,3 per i grassi.

MAMMIFERI QUATERNARI DELL' ISOLA DI CANDIA

MEMORIA SECONDA

DEL

Prof. VITTORIO SIMONELLI

letta nella Sessione del 17 Maggio 1908

(CON UNA TAVOLA FOTOTIPICA)

Fu benevolmente accolta negli Atti accademici dell'anno scorso una mia nota sopra gli avanzi di un cervide singolarissimo (*Anoglochis cretensis* Sim.) ch'ebbi la fortuna di rinvenire nei depositi ossiferi pleistocenici della costa settentrionale di Candia, fra Retimo e Mavro Muri (1). Mi auguro venga accolta con pari benevolenza la nota presente, destinata ad illustrare gli avanzi di un proboscidiano, che con quel cervo ebbe in comune la dimora e la sepoltura.

I resti che son per descrivere giacevano, gli uni presso gli altri, nel brecciame commisto a terra rossa, ond'è occupato per gran parte quel certo spacco di Grida Avlaci, di cui tenni parola nella precedente memoria. Il meglio che mi venne alle mani fu una mandibola coi molari tuttora in posto, un omero e un atlante quasi completi; raccolsi inoltre frammenti numerosi di costole, di ossa dei membri e di bacino, tutti, verosimilmente, appartenuti ad uno stesso individuo. Secondo i racconti della mia guida e di parecchi isolani accorsi a vedere i miei scavi, un cercatore che fosse capitato a Grida Avlaci un po' prima, avrebbe potuto mettere assieme ben altro bottino. — Qualche anno addietro, durante una tremenda mareggiata invernale, una barca peschereccia era venuta a sbattere e a frangersi contro gli scogli che cingono il piede della rupinosa costiera di Grida Avlaci I naufraghi si erano faticosamente inerpicati sino allo speco ossifero e quivi avevano sostato lunghe ore in attesa di soccorso; e per ingannare il tempo si eran divertiti a strappar via gli ossami biancheggianti fra il terriccio rosso e a giuocare a chi li scagliava più lontano nel mare.

Ad ogni modo anche i pochi avanzi da me ricuperati dopo tale devastazione sono da considerare come pregevolissimo materiale di studio. Se oggimai non son più gli unici, son sempre, in ordine di data, i primi resti fossili di elefante segnalati nell'isola

(1) Simonelli. *Mammiferi quaternari dell' Isola di Candia.* Mem. della R Acc. delle Scienze dell'Istit. di Bologna. Serie VI, T. IV, 1908.

di Candia. Se non valgono o valgono pochissimo per l'osteologia comparata dei proboscidiani, lascian determinare, con bastevole sicurezza, di che specie di elefante si tratti; e così recan lume, ben opportunamente, circa l'età del deposito ossifero di Grida Avlaci e dei contigui ad *Anoglochis cretensis*, da sommi maestri giudicati come non più recenti del Pliocene, e da me, per converso, riferiti ostinatamente al Quaternario.

Dei resti elefantini in parola, feci già cenno, fuggitivamente, prima negli « Appunti sopra i terreni neogenici e quaternari della isola di Candia » che pubblicai nel 1894 (1) poi nell'appendice di un mio libriccino « Candia » venuto in luce nel 1897 (2). Negli Appunti sopracitati li qualificai pertinenti ad *Elephas priscus*; riferendomi — s'intenda bene — non già all'*E. priscus* Goldfuss (3), da tutti riconosciuto come un puro e schietto *E. africanus*, ma all'*E.* (*Loxodon*) *priscus* del Falconer; alla forma — per meglio precisare — cui Falconer attribuiva il molare elefantino di Gray's Thurrock, segnato col numero 39370 nelle collezioni paleontologiche del Museo britannico (4). Dirò in seguito per che ragione io non mi penta menomamente — anche a cose rivedute — di aver impiegato a lor proposito siffatta denominazione fuor d'uso; occorre che io dica prima di altre e ben più importanti scoperte di avanzi fossili di proboscidiani che si son fatte nell' isola di Candia in questi ultimi anni.

Alludo alle scoperte di cui recentemente ha dato conto la signora Dorothea M. A. Bate, con la sua memoria « *On Elephant Remains from Crete, with description of* ELEPHAS CRETICUS *n. sp.* » (5). La signora Bate, durante una lunga visita fatta a Candia nel 1904, ha potuto ottenere, da due depositi di caverna per l'innanzi non mai esplorati, i resti di due forme elefantine distinte, una delle quali addirittura pigmea, l'altra di statura non inferiore alla ordinaria delle forme continentali. La prima, designata dalla Autrice col nome di *Elephas creticus* n. sp., fu esibita da un lembo di breccia ossifera giacente pochi metri sopra il livello del mare, in un'anfrattuosità della costiera di Capo Maleka. I resti della seconda forma giacevano in un deposito di caverna molto danneggiato e frammentario, alluogato nella costiera che forma l'orlo meridionale della baia di Karoumes nell'eparchia di Sitia; e questi, cui già la Bate aveva accennato in un'altra nota (6), dicendo che sembravano spettare ad un età più antica del Pleistocene, sono stati in definitiva riconosciuti dalla Bate medesima come pertinenti all' *Elephas antiquus* Falconer, specie da tutti considerata come eminentemente caratteristica del Pleistocene, benchè già rappresentata anche nel Pliocene superiore.

Ciò premesso, torniamo agli avanzi elefantini rinvenuti da me nel deposito ossifero di Grida Avlaci.

---

(1) Rendiconto della R. Accademia dei Lincei. Cl. di Scienze fis. mat. e nat., Vol. III, 2° Sem. Serie V^{a}., fasc. E. Roma 1891.

(2) Simonelli. *Candia.* Ricordi di escursione. Parma, Battei, 1897.

(3) Nova Acta Ac. Caes. Leop. Car., Vol. XI, art. 2, p. 489. 1823

(4) Falconer. *Palaeontological Memoirs.* Vol. II. p. 94 e seg. Pl. VII, fig. 1 e 2, 1868.

(5) *Proceedings of the Zoological Society of London,* 1907 (August 1).

(6) Bate. *Pleistocene Mammalia in Crete.* Geol. Magazine, N. S., Dec. V., Vol. II., p. 198. London, 1905.

Il più significante ed istruttivo di tutti è, senza dubbio, la mandibola rappresentata dalle Fig. 1-3 della Tav. I (circa $^1/_3$ del vero). Pur troppo essa mandibola è mutilata d'ambo i rami ascendenti, e per di più dimostra, con la logorazione avanzatissima della superficie e con pronunziatissime asimmetrie, l'effetto di pressioni e di corrosioni subite dopo il seppellimento. Tutto quel che può ricavarsi dall'esame dell'osso, è che dovette appartenere a un proboscidiano niente affatto *diminutivo,* ma pari di statura alla media degli elefanti continentali viventi e fossili. Per di più, la brusca caduta della linea che, nel profilo della mandibola, raccorda il margine anteriore della faccia alveolare con l'estrema punta del becco sinfisiario, accenna trattarsi di un individuo di età avanzatissima.

Ci conduce assai più lontano lo studio dei due molari che la mandibola esibisce tuttora in posto, malgrado sian pur questi mutilati di una buona metà posteriormente, e malconci e deformati non poco nella parte che avanza.

Descriverò partitamente il molare di destra, ch'è il meno sciupato dei due. Di esso molare ci rimane discretamente conservata la faccia triturante, per una lunghezza di circa 12 centimetri, quanti se ne misurano fra lo spigolo supero-anteriore della corona e la frattura trasversa onde questa è troncata posteriormente. A partire dalla detta frattura, la superficie coronale ci esibisce nettissimi quattro dischi completi, misuranti trasversalmente (compreso l'orlo di smalto) 60 mm. il primo, 61 mm. il secondo, 58 mm. il terzo, 47 mm. il quarto, e occupanti in complesso, un tratto di circa 92 mm. sull'asse postero-anteriore della corona. In ciascun disco l'orlo di smalto descrive, così anteriormente come posteriormente, una curva pronunziatissima con la convessità verso l'indietro; curva che, così anteriormente come posteriormente, si rompe all'improvviso, in corrispondenza della zona longitudinale mediana, per dar luogo ad una pronunziatissima espansione angolare. La espansione angolare del primo disco (sempre a contar dalla frattura posteriore verso l'avanti) per poco non tocca il vertice della espansione posteriore del disco secondo, e lo stesso è dell'angolosità prossimale di questo rispetto alla distale del terzo: la prossimale del terzo si salda addirittura con la distale del quarto, rompendo la continuità della valle interposta. Lateralmente, gli orli anteriori e posteriori di ciascun dei quattro dischi si accordano mercè un arco più o meno regolare, il cui raggio va progredendo, man mano si passa dal primo disco posteriore al secondo e via via. Dinanzi al quarto disco notasi ancora una lamella trasversale di smalto, che pare rappresenti l'orlo posteriore di un'isola estrema. Ma è da notare che detta lamella, oltre a saldarsi con una sua espansione angolare mediana all'angolo mediano anteriore del disco che le sta dietro, vien con gli estremi laterali a fondersi con l'orlo di quest'ultimo, e così a circoscrivere due isolette di cemento, su per giù ellittiche, misuranti l'una 17 mm., l'altra 12 mm. secondo l'asse trasversale, e, rispettivamente, 4 mm. la prima, 5 mm. la seconda, dall'avanti all'indietro. L'area di contorno ogivale con che termina anteriormente la faccia superiore della corona, non offre, a partir da detta lamella, verun affioramento di smalto. Mi conviene aggiungere, che l'orlo di smalto limitante i dischi ha in media circa 2 mm. di spessore; che l'orlo stesso presenta crespe pronunziatissime, specie nei tratti prossimi alle angolosità mediane; che la faccia triturante offre una concavità fortissima, così da un lato all'altro, come dall'avanti all'in-

dietro; che i margini laterali di essa faccia sorpassano, in media, di circa 3 centimetri i margini laterali della faccia superiore del ramo mandibolare ove il dente ha l'alveolo.

Oggi, come quattordici anni or sono, non riesco a trovare nella letteratura paleontologica nè descrizioni, nè immagini che si attaglino a forme siffatte di molari elefantini meglio di quelle date dal Falconer pel dente di Gray's Thurrok, ricordato due pagine innanzi: pel dente, cioè, che il sommo paleontologo inglese riferiva ad una « obscure form » di proboscidiano, provvisoriamente designata col nome di *E.* (*Loxodon*) *priscus*. E a persistere in tale ravvicinamento mi conforta non poco — per un fortunatissimo caso — il consenso di un insigne paleontologo nostro, del Prof. Sen. Capellini. Riguardando insieme con me la mandibola di Grida Avlaci, egli non tardò a sovvenirsi dei resti di *Elephas* che appunto sotto il nome di *E. priscus* gli erano stati mostrati nel Museo britannico, molti e molti anni prima, dal Falconer e dal Lyell, e di cui aveva preso nota nel suo taccuino di viaggio come di « avanzi trovati a Gray con *Hippopotamus major*, *Macacus pliocenus*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Elephas antiquus*, in terreno considerato spettante al *glaciale* ossia *pleistocene* ».

La mandibola di per sè stessa, come già dicemmo più sopra, è troppo gravemente mutilata per consentire comparazioni fruttuose. A parte la singolarità, forse teratologica, ch'essa ci presenta colla differenza grande di altezza del bordo anteriore dei due rami, l'unico suo carattere da porre in rilievo è la brusca troncatura esibitaci anteriormente dal suo profilo; il rapidissimo declivio (poco men di un'ottantina di gradi) con che il margine anteriore precipita dall'orlo alveolare all'esile becco sinfisiario. In ciò un indizio sicuro di ben avanzata vecchiaia, ma pur anco un accenno di parentela piuttosto con forme del gruppo dell'*antiquus* che con altre congeneri. (Cfr. a questo proposito la figura data da Pohlig per la mandibola di *E. antiquus* di Taubach del Museo di Halle) (1). Sopra talune altre modalità che la mandibola ci offre nella parte antero-inferiore, non sto ad insistere, avvertito come sono del variar *sine lege* della conformazione del mento negli elefanti (prova le mandibole di *E. primigenius* figurate una presso l'altra dal Leith Adams) (2). E passo senz'altro a dar le misure del mio fossile.

Altezza del ramo orizzontale destro, secondo la verticale tangente il margine alveolare anteriore (non compreso il molare corrispondente)	mm.	135
Altezza del ramo sinistro, misurata come sopra	»	155
Minima distanza fra i due molari, circa a metà del tratto conservato	»	58
Lunghezza della punta del rostro al margine posteriore della doccia sinfisiaria	»	140
Altezza massima della sinfisi, compreso il rostro	»	80

(1) Pohlig. *Dentition und Kranologie des Elephas antiquus Falc.* Erst. Abschn. — Nova Acta Leop. Carol. Ak. der Naturforscher. Halle 1888. Tab. VIII. fig. 2 a.

(2) Brit. Foss. Eleph., P. II. pag. 135, 1879.

Assai meglio conservato della mandibola era l'atlante che gli trovai giacere subito accosto (Tav. I, fig. 4 e 5, a circa $^1/_6$ del vero). Manca di tal vertebra, come già dissi, solo il processo trasverso di destra, con piccola parte delle facce articolari, anteriore e posteriore, dello stesso lato; del resto l'osso ha la superficie pressochè illesa e non ha sofferto deformazione alcuna apprezzabile. Disgraziatamente il bellissimo avanzo poco o nulla ci può significare circa le affinità del nostro proboscidiano, non essendosi fino ad oggi potuto discernere, fra le variazioni individuali dell'atlante degli *Elephas*, modalità determinate, costanti, valevoli come caratteri di specie.

Vero è che il Leith Adams (1) pure avvertendo che la comparazione degli atlanti elefantini recenti e fossili « not appear much to note of a persistent character in any one species » fa cenno di una particolare disposizione del foro pel primo nervo cervicale, che, a parer suo, sarebbe peculiare di certi atlanti fossili di Ilford e di Slade Green, in confronto altri esemplari della prima località, riferibili ad *E. primigenius*. In quei certi atlanti, dall' A. attribuiti ad *E. antiquus*, il foro pel nervo sopra nominato si apre direttamente « on the side of the arch internally, so that it is invisible on looking down upon te neural canal » mentre negli atlanti del *primigenius* (e non solo in quelli di Ilford, ma anche in esemplari tipici provenienti dalle regioni artiche) tal foro « is quite visible when the bone is placed in the above position ». Ugualmente « uncovered » si mostra esso foro in una 1ª cervicale dragata presso la costa di Essex (N° 36436 del Brit. Museum) che il Leith Adams è propenso a riferire ad *E. meridionalis*, e che tutt'oggi viene elencata sotto questo nome specifico nel *Catalogue of the fossil Mammalia in the British Museum* (2). Fra le specie viventi, l'*E. indicus* lascia veder nell'atlante il foro collocato come nell'*E. meridionalis* e nel Mammuth; per converso l'*E. africanus* offre riprodotta la condizione vista nell'*El. antiquus.*

Per questo punto, alla vertebra che ho sott'occhio si attaglierebbe egregiamente quel che dice il Leith Adams degli atlanti di *E. antiquus* di Ilford e di Slade Green; qui pure gli orifici pel primo nervo cervicale son così collocati nella parete del canale neurale, da rimaner completamente nascosti a chi guarda la vertebra dirigendo la visuale secondo l'asse antero-posteriore del canale ora detto. E con ciò avremmo un altro indizio, sia pur lievissimo, a favore della conclusione cui ci ha portato l'esame dei molari trattarsi cioè di una specie elefantina più prossima all' *E. antiquus*, che all' *E. meridionalis* cui taluno l'avrebbe voluta riferire.

Un altro carattere non trascurabile di somiglianza dell'atlante di Candia con quello dell'*E. africanus*, piuttosto che con quello dell'*E. indicus*, è il seguente. Nell'*E. indicus* il tratto superiore dell'anello vertebrale misura quasi esattamente $^1/_3$ della complessiva distanza fra le estremità dei processi trasversi; nell'*E. africanus* e nel nostro, per poco non pareggia metà del diametro massimo.

Confrontando l'atlante fossile di Candia con quelli effigiati nei pochi libri che mi è stato possibile aver sotto mano, ho rilevato nel primo una insolita sproporzione tra l'am-

(1) *Mon. of the Brit. foss. Elephants.* P. I, pag. 56, London 1877.

(2) P. IV, 1886, pag. 115.

piezza del canale neurale e il calibro del canale sottoposto, adibito ad accogliere il processo odontoide della vertebra successiva; specie in paragone di ciò che accade nelle forme elefantine dell'attualità. Negli atlanti di *E. africanus* e di *E. indicus* figurati nella *Ostéographie* del Blainville, il cavo centrale accenna invero, ma soltanto accenna, a prender la foggia di buco di serratura, che l'autore gli attribuisce nel testo; il canale neurale e il sottoposto formano insieme un 8 regolarissimo, solo un po' ristretto nella parte inferiore. Anzi mi conviene aggiungere che in un atlante di *E. indicus* adulto di Ceylan, figurato da Camper (Pl. XXXVII, fig. 1-5) il diametro trasverso del canale neurale apparisce anche un po' minore di quello del canale per l'odontoide. La forma « a buco di serratura » si accentua in qualche atlante fossile, ad esempio in quello bellissimo dell'Incisa rappresentato dal Cuvier senza designazione specifica, e successivamente figurato dal Blainville (*Ostéogr.* Pl. IV) sotto la denominazione di *E. primigenius meridionalis;* ma siamo sempre ben lungi dalla sproporzione ch'è offerta dall'esemplare nostro, dove — come può rilevarsi dalle fig. 4 e 5 della tav. I, — il diametro del canale neurale è poco meno che il doppio di quello del canale ove si allogava il processo odontoide. Ma basta confrontar le figure date per atlanti di una medesima specie elefantina da illustratori diversi — confrontare ad esempio le figure dell' atlante di *E indicus* ch' esibisce il Camper, con quelle ond' è rappresentata la stessa vertebra dell' *E. indicus* nella Iconografia del Blainville — per capire che tanto le modalitá di contorno, quanto le rispettive proporzioni dei due canali odontoide e neurale, non hanno valore alcuno come caratteri specifici. Varian forse più da individuo a individuo, secondo il sesso l'età, le condizioni di vita, che da specie a specie. Lo stesso penso di non pochi altri dettagliucci che potrei mettere in rilievo, se insistessi nei confronti; ma stimo sia meglio tagliar corto e dare senz'altro le principali misure dell'osso in parola.

Larghezza massima (calcolata l'apofisi trasversa mancante). .	mm.	376
Massima altezza	»	200
Distanza minima tra i margini laterali delle facce articolari anteriori	»	198
Diametro verticale del cavo mediano	»	110
Diametro trasverso del canale neurale	»	79
Diametro trasverso del canale per il processo odontoide . .	»	46
Spessore massimo	»	103

Terzo ed ultimo degli avanzi che stimo conveniente illustrare, è il bell'omero destro rappresentato dalle fig. 6 e 7 della Tav. I ($^1/_{10}$ circa del vero). Pur troppo nemmen quest'osso è rimasto immune di mutilazioni; ci manca gran parte della sua testa e insieme un buon tratto della parete anteriore limitrofa, e qualche non lieve abrasione si riscontra anche verso il suo estremo distale. Ci restano ad ogni modo i capisaldi più importanti per le misure; è salvo l'apice del trochitere ed è pressochè intatta la troclea. Le dimensioni dell'omero son riferite nella tabella che segue: e accosto son messe per confronto poche altre misure di omeri elefantini ricavate dai libri.

	Elefante di Grida Avlaci (Candia)	*E. indicus* sec. Leith Adams	*E. indicus* sec. Cuvier	*E. africanus* sec. le fig. di Blainville	*E. indicus* sec. le fig. di Blainville	*E. antiquus* di Grays sec. Leith Adams	*E. primigenius* sec. le fig. di Blainville	*E. meridionalis* del Valdarno sec. Falconer
Lunghezza, dall'apice del trochitere al margine inferiore della riva trocleare esterna . . . . . mm.	854	922, 2	835	768	896	1041	880	942, 34
Circonferenza della diafisi a metà della lunghezza . . . . »	330	—	—	—	—	566, 74	—	—
Circonferenza minima della diafisi »	298	414, 3	—	—	—	—	—	—
Minimo diametro della stessa . . »	90	—	105	72	80	—	96	—
Massimo diametro trasverso della troclea . . . . »	160	—	—	176	192	—	192	—
Massimo diametro antero-posteriore della stessa . . . . »	158	—	—	—	—	—	—	—
Massimo diametro dell'osso immediatamente sopra la troclea . . »	208	—	235	212	264	—	240	584, 3
Circonferenza massima verso la estremità distale . . . . »	590 circa	685, 8	—	—	—	—	—	809, 9
Distanza fra il margine inferiore della riva trocleare esterna e l'angolo superiore della cresta condiloidea esterna . . . . »	270	—	—	248	304	—	240	—

In base alle proporzioni delle ossa lunghe, specie dell'omero e del femore, le forme elefantine tuttora viventi e le forme fossili comuni nel quaternario di Europa possono spartirsi in due gruppi; da un lato l'elefante indiano e il mammuth, entrambi ad ossa relativamente sottili e snelle; dall'altro l'elefante d'Africa e l'*antiquus* « broader and stouter animals » come dice Leith Adams (1). Ciò posto, facilmente si rileva dalla tabella qui sopra riportata, che l'omero elefantino di Candia rivaleggia in snellezza con quello dell' *E. primigenius* e sorpassa notevolmente quello dell'*E. indicus* (quello almeno dell'individuo illustrato da Cuvier (2) e ch'era una femmina adulta della varietà *Komaréa* o tozza). Per converso dobbiamo rilevare una particolarità, se si vuole di poco momento, che ravvicinerebbe l'omero di Candia piuttosto a quello dell'*africanus* che a quello dell'*indicus*. Nell'*E. indicus* la distanza che intercede fra il margine inferiore della riva trocleare esterna e l'angolosità formata superiormente dalla cresta supinatoria, risponde quasi esattamente ad un terzo della complessiva lunghezza dell'omero. Nell'elefante d'Africa l'angolosità ora detta è situata parecchio più in basso; la distanza sua dal margine inferiore della riva collaterale della troclea stando alla lunghezza totale dell'osso circa come 31 : 100. Nell'omero fossile di Candia la distanza fra gli accennati punti di riferimento è di circa 270 mm., e quindi il rapporto suo con la lunghezza totale dell'osso (mm. 854) viene ad essere di 31,5 : 100, ossia quasi precisamente quello dell'*africanus*. Vero è che nel *primigenius*, per altri e ben più importanti caratteri legato all'*E. indicus*, l'angolosità della cresta supinatoria è situata più basso ancora che non sia nell'*africanus* e nel fossile di Candia, tanto che il rapporto delle due solite misure diviene 27 ÷ 28 : 100; e ciò fa molto dubitare della significatività del carattere in questione. — Ad altri confronti non mi è dato procedere, coi mezzi di studio che sono a mia disposizione attualmente. Mi limito ad aggiungere, che in base alle proporzioni osteometriche medie degli *Elephas*, l'omero di Grida Avlaci può giudicarsi appartenuto a un animale misurante non meno di m. 2,50 di altezza al garrese; cospicua statura, veramente, per un proboscidiano insulare.

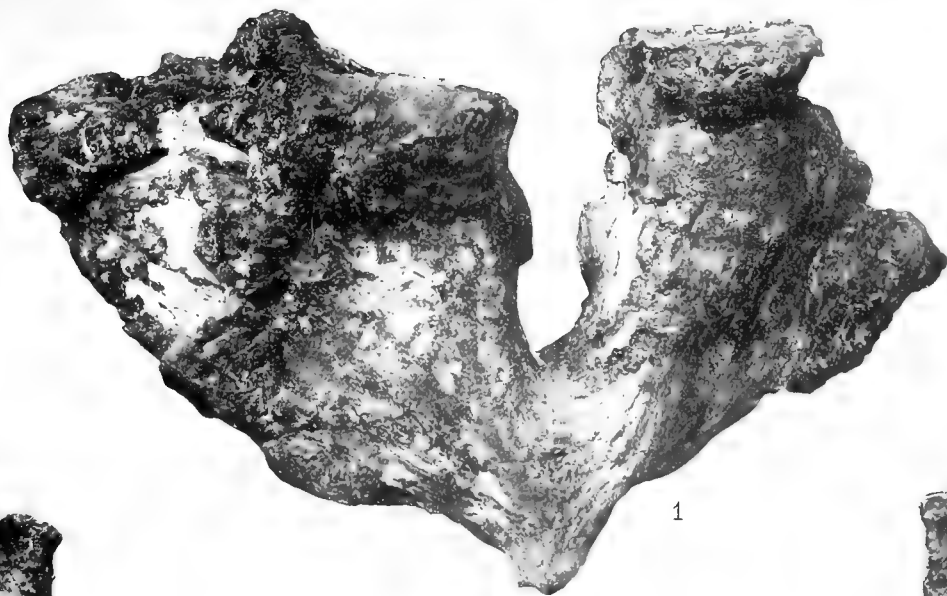
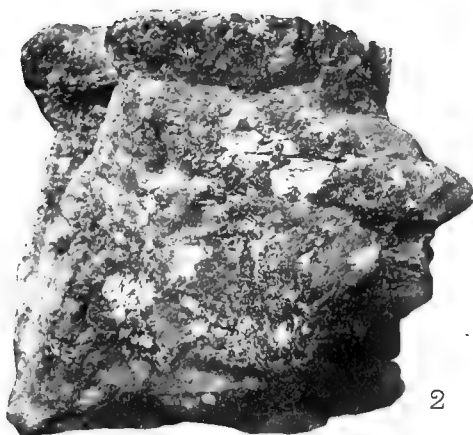
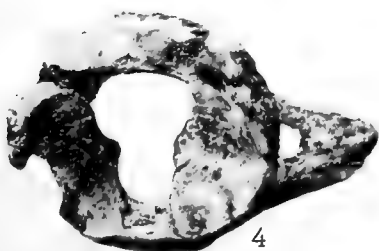
Come conclusione di quanto precede, torno a ripetere che non trovo motivo alcuno per pentirmi di aver adoprato per il mio elefante di Candia la denominazione di *Elephas priscus;* avvertasi, *E. priscus* Falconer, non *E. priscus* Goldfuss. Che non si tratti per niente di *E. meridionalis*, apparisce chiaro da più caratteri dei molari rimasti fortunatamente nella mandibola; principalmente dalla forma loro oblunga anzichè ovale, *angusticoronata* (secondo la espressione usata da Pohlig) e per il pronunziatissimo loro *loxodontismo*. D'altra parte il nome di *E. priscus* non è peranco relegato definitivamente tra i ferravecchi della nomenclatura paleontologica. Nel *Catalogue of the fossil Mammalia in the British Museum* il Lydekker invero colloca l'*E.* (*Loxodon*) *priscus* Falc. et Cautley in sinonimia di *E. antiquus* Falc., ma non manca di avvertire che « *the molars* [dell'*E. antiquus*] *are subject to great variation, those of the thick ridged variety* (*Falconer's* **Elephas priscus**) *approaching vey closely to those of* **E. africanus** »; e secondo recentissime informazioni datemi corte

(1) Op. cit., pag. 57.
(2) Réch., T. I. pag. 30. Paris 1821.

semente dal sig. Dott. A. Bather, nemmen gli odierni curatori del riparto Proboscidiani del Museo Britannico escludono che l'*E. priscus* Falconer possa considerarsi come una varietà distinta dell'*E. antiquus.* — Il Pohlig dal suo canto, riesaminando avanzi elefantini di Sicilia già descritti dall'Anca e dal Gemellaro, trova ragion per credere che la denominazione di *E. priscus* debba mantenersi « aber nicht auf Grund der Goldfuss'schen originale, welche Reste des recenten *E. africanus* sind; sondern dieser *E. priscus* nahm eine Mittelstellung ein zwischen *E. antiquus* und dem heutigen afrikanischen Elephanten, dessen Molarenform und theilweise augenscheinlich auch osteologische Eigenthümlichkeiten derselben mit einer, den Verhältnissen des Urelephanten angenhärten Lamellenformel und Abrasions-figurengestalt der Molaren vereinigte » (Op. cit., erst. Abschn., p. 244). Ora niente corrisponde così bene ai molari del mio elefante di Candia, come quello rappresentato sotto il nome di *E. africanus* dall'Anca e dal Gemellaro nella Tav. III, Fig. 5 della loro « *Monografia degli Elefanti fossili di Sicilia* [Palermo 1867] »; il molare, appunto, cui Pohlig si riferisce. E come per la forma, la concordanza è quasi completa anche per le dimensioni. Ad esempio, la massima lunghezza della faccia triturante è di circa 60 mm. nell'esemplare di Sicilia, di circa 63 mm. nel caso nostro.

Recentemente — come avvertivo in principio — la Signora Bate ha rinvenuto a Candia nuovi e copiosi avanzi elefantini fra cui taluni son da attribuire, secondo la scopritrice, ad *E. antiquus* Falc. Fra questi ultimi i più significativi son due molari rimasti confissi in un ramo destro di mandibola trovata a Karoumnes; molari che non è accertato se siano il penultimo e l'ultimo di latte, o non piuttosto l'ultimo di latte e il primo della dentizione definitiva; ma che ad ogni modo mal si prestano a un confronto conclusivo coi molari delle mandibola da me descritta, ritenibili, già l'ho detto, come penultimi molari veri. Nessun dubbio circa la giustezza del riferimento ad *E. antiquus* puro e semplice, fatto dalla Bate per gli esempi di Kharoumnes; dal canto mio non veggo ragione per non insistere nell'attribuire gli avanzi elefantini delle breccie di Retimo, piuttosto che all'*E. antiquus* tipico, a quella forma di passaggio tra l'*antiquus* e l'*africanus*, cui, per lo meno come varietà, può conservarsi la denominazione usata da Falconer di *E. priscus.*

Attraenti problemi vengon suggeriti dalla coesistenza nella Candia post-pliocenica, del minuscolo *E. creticus* di Capo Maleka col maestoso proboscidiano ch'ebbe sepoltura nelle caverne di Rettimo; e dal ritrovarsi avanzi riferibili alla stessa specie e alla varietà stessa di questo ultimo in così lontani paesi come Inghilterra e Sicilia. Ma come affrontar tali problemi su basi così malfide come son per tanta parte le nostre determinazioni specifiche? Basterà ch'io accenni le recenti e forse non terminate polemiche, circa la presenza e diffusione dell'*E. primigenius* in Italia, e il mio riserbo circa tali quistioni sarà sufficientemente giustificato.

CASTELLI FOT. ELIOT CALZOLARI E FERRARIO - MILANO

IL SISTEMA INTERRENALE E IL SISTEMA CROMAFFINE (SISTEMA FEOCROMO)

NELLE ANGUILLE ADULTE, NELLE CIECHE E NEI LEPTOCEFALI

MEMORIA

DEL

PROF. ERCOLE GIACOMINI

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1908).

(CON DUE TAVOLE DOPPIE)

In precedenti miei lavori descrissi la disposizione del sistema cromaffine (tessuto cromaffine) o sistema feocromo nei Teleostei, del quale sistema in tale ordine di Pesci erasi fino allora ignorata l'esistenza. Dimostrai che nei Teleostei gli elementi, di cui il sistema cromaffine si compone, sono distribuiti lungo le pareti della porzione craniale delle vene cardinali posteriori; e in una delle mie note (1) mi fermai a descrivere più specialmente il detto sistema nelle Anguille adulte, nelle quali inoltre osservai anche una particolare disposizione che il sistema interrenale (corrispondente alla sostanza corticale delle capsule surrenali dei Mammiferi) assume nella porzione craniale delle vene cardinali posteriori, quivi distribuendosi, all'intorno della parete vasale, sotto forma di lobuletti od otricoli epiteliali solidi, nettamente circoscritti da membrana propria e bagnati da seni sanguigni.

Queste mie osservazioni esposte allora sommariamente, soprattutto a causa delle limitate ricerche che in quel tempo potei eseguire, richiedevano di essere estese e possibilmente completate con indagini embriologiche. Ciò ho io tentato di fare con quanto espongo nella presente memoria, la quale, oltre ad un più accurato studio dei menzionati due sistemi nelle Anguille (*Anguilla vulgaris* L.) adulte, comprende anche quello che relativamente a cotesti sistemi mi fu dato di rilevare nelle Cieche (Anguilline capillari o di montata), ossia nelle Anguilline che hanno da poco compiuta la loro metamorfosi, e nei Leptocefali o larve delle Anguille (*Leptocephalus brevirostris*).

Come risultati principali ho subito da registrare :

---

(1) Giacomini E. — Sulla esistenza della sostanza midollare nelle capsule surrenali dei Teleostei *Monit. Zool. Ital. Anno XIII. Firenze 1902.*

A. — Per le Anguille adulte:

1.° Che in esse il sistema interrenale si compone di due porzioni tra loro differenti per topografia e struttura: una posteriore, interrenale posteriore o caudale, costituita dai noti corpuscoli di Stannius, ed una anteriore, interrenale anteriore o cefalico, rappresentata dai lobuletti od otricoli epiteliali solidi distribuiti all'intorno della porzione craniale delle vene cardinali posteriori e all'intorno della porzione prossimale delle vene cardinali anteriori (giugulari) primitive, in corrispondenza cioè della regione del rene cefalico.

2.° Che nelle Anguille adulte il sistema cromaffine (sistema feocromo) oltre che lungo la parete della porzione craniale delle vene cardinali posteriori si estende anche nella porzione prossimale delle vene cardinali anteriori (giugulari) primitive, disposto di solito coi suoi elementi verso il lume vasale e intromesso pure fra i lobuletti dell' interrenale, specialmente dell' interrenale anteriore.

B. — Per le Cieche:

3.° Che in esse esistono l' interrenale posteriore e l' interrenale anteriore esteso, quest' ultimo, sino al davanti del margine craniale della camera interna (grande corpuscolo Malpigliano) del prorene (rene cefalico).

4.° Che nelle Cieche il sistema cromaffine (sistema feocromo) è appena differenziato, sicchè difficilmente si mette in evidenza: quantunque costituito in parte da cellule già capaci di dare la reazione feocromica, è assai scarso in confronto alla quantità di elementi che questo sistema compongono nelle Anguille adulte.

C. — Per i Leptocefali:

5.° Che in questi sono abbozzati e già differenziati tanto l' interrenale posteriore quanto l' interrenale anteriore, il quale offre condizioni alquanto diverse da quello delle Cieche a causa della differente disposizione del sistema venoso, ma giunge ugualmente al davanti del margine craniale della camera interna del prorene.

6.° Che nei Leptocefali non si scorge ancora alcuna traccia del sistema feocromo, il cui differenziamento sembra essere pertanto più tardivo che in altri Vertebrati.

Così, con l' enunciazione di questi risultati principali delle mie ricerche, sono venuto indicando i diversi capitoli dei quali sarà successivamente detto nel corso della memoria.

Sistema interrenale nelle Anguille adulte.

Nelle Anguille allo stato adulto il sistema interrenale può essere diviso in due porzioni che differiscono tra loro sia per la topografia sia anche, in parte, per la struttura: una porzione posteriore, che chiamerò col nome di interrenale posteriore o caudale, e una porzione anteriore, che denominerò interrenale anteriore o cefalico.

Interrenale posteriore o caudale.

L'interrenale posteriore o caudale è rappresentato costantemente da un paio di corpicciuoli, i noti corpuscoli di Stannius, situati d'ordinario allo stesso livello, uno per lato della linea mediana, verso l'estremo caudale dei reni (mesonefro) e sulla loro faccia ventrale. Questi corpuscoli nell'Anguilla furono già veduti da Stannius (1), che li scoprì in numerosi altri Teleostei sparsi lungo i reni, da Ecker (2), che li studiò pure in altre specie, da A. Pettit (3) e da Swale Vincent (4), che ne dettero una dettagliata descrizione, e da Diamare (5), che, illustrandoli in molte specie, ne precisò ancor meglio l'omologia con l'interrenale degli Elasmobranchi e con la sostanza corticale delle capsule surrenali dei Mammiferi.

Come fu già osservato dai precedenti autori, si tratta di due corpicciuoli irregolarmente sferici od ovali, d'un colorito bianco-opaco o roseo-pallido con superficie liscia ed un diametro massimo di mm. 1-1,5 circa, negli esemplari più grandi. Giacciono sulla faccia ventrale del rene poco al davanti (10-12 mm.) dell'apertura anale e poco al di dietro del punto in cui le due branche dell'organo si uniscono fra loro in una sola massa renale, ossia presso al luogo nel quale la vena mediana (vena cardinale posteriore destra) emerge dalla massa comune dei reni. Similmente stanno situati in altri Murenoidi, nel *Conger* ad es. Sono posti talora superficialmente, tal'altra si approfondano più o meno, però non mai molto, nella sostanza del rene, circondati allora dal tessuto linfoide intertubulare del rene medesimo. D'abitudine si pongono uno per lato del piano mediano, quasi allo stesso livello, addossati alla vena mediana e accostati tra loro, ma è rara una perfetta antimeria, chè anzi spesso l'uno sta al davanti dell'altro e si dànno anche esempi della situazione dei due corpuscoli da un medesimo lato della linea mediana. Talvolta sono così strettamente avvicinati tra loro da figurare un unico corpuscolo (6); non mancano per contro casi in cui siano molto discosti l'uno dall'altro.

---

(1) Stannius H. — Ueber Nebennieren in Knochenfische, in *Müller's Archiv, 1839,* e *Vergleichende Anatomie, Berlin 1846.*

(2) Ecker A. — Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und dem vier Wirbelthiereclassen. *Braunschweig 1846*

(3) Pettit A. — Recherches sur les capsules surrénales. *Journal de l'Anat. et de la Phys., Année 32, Paris 1896.*

(4) Vincent Sw. — Contributions to the comparative anatomy and hystology of the suprarenal capsules. The suprarenal in Fishes, and their relation to the so-called head-kidney. *The Transactions of the Zoolog. Soc. of London, Vol. XIV, Part. III, 1897.*

(5) Diamare V. — Ricerche intorno all'organo interrenale degli Elasmobranchi ed ai corpuscoli di Stannius dei Teleostei. Contributo alla morfologia delle capsule surrenali. *Mem. di mat. e di fis. della Società Italiana delle Scienze (detta dei XL) S. 3. T X.*

(6) In un esemplare ♀ di cm. 51 di lunghezza i due corpicciuoli formavano nel loro insieme una masserella ovalare di mm. 2,5-3×2, coll'asse maggiore diretto trasversalmente. In un altro esemplare, ove sembrava unico, l'interrenale posteriore misurava mm. 2×1,5.

La loro struttura (Tav. I, Fig. 1), sebbene non si discosti da quella comune ai corpuscoli di Stannius delle altre specie di Teleostei, offre tuttavia qualche carattere proprio, principalmente la regolarità degli otricoli glandulari che li compongono e la nettezza dei loro contorni. Ciascun corpuscolo è circondato da un distinto involucro connettivale nel quale corrono i vasi e i sottili ramuscoli nervosi simpatici, che sono in rapporto coll' organo e a questo si distribuiscono. L' involucro invia nell' interno del corpicciuolo delle trabecole, le quali, nello stesso tempo che servono di sostegno ai vasi, vanno dividendosi e suddividendosi in modo da formare un reticolato molto regolare, nelle cui maglie sono compresi gli otricoli glandolari, ossia i cordoni epiteliali pieni, costituenti il tessuto principale dell'organo, del quale stiamo descrivendo la minuta architettura. Nelle sezioni trasversali gli otricoli, pur mantenendo contorni assai netti, appaiono molto stipati fra di loro, sicchè soltanto pochi di essi si mostrano di figura circolare od ovalare, poichè i più, invece, per la reciproca compressione assumono una forma poligonale (1). Taluno degli otricoli s' incurva su sè stesso e nelle sezioni che colpiscono tali incurvature sembra trattarsi di due otricoli che si anastomizzino fra loro. In alcune incurvature degli otricoli si vede penetrare un sottile vaso sanguifero, il quale, ramificandosi, pare che suddivida l'otricolo in due o più cordoni insieme congiunti. Tra gli otricoli corrono spazi sanguigni talvolta molto stretti tal' altra assai ampi a guisa di seni venosi. Ad ogni modo dal lume di cotesti spazi sanguigni gli otricoli epiteliali rimangono per lo più separati soltanto mercè la sottile parete propria, costituita dalle ultime divisioni delle trabecole connettivali e dalla lamina endoteliale che su di essa si distende.

Le cellule che riempiono i cordoni od otricoli epiteliali sono di regola impiantate perpendicolarmente alla parete di ciascun otricolo in una sola serie o al massimo in due serie. Data questa loro situazione, nei tagli trasversali degli otricoli appariscono disposte in maniera raggiata. Per forma sono cilindro-coniche, relativamente strette e alte, colla base inserita alla parete e l' apice rivolto al centro dell' otricolo. Il nucleo di ciascuna cellula, non molto ricco di cromatina e provvisto di un minutissimo nucleolo, è piuttosto piccolo (circa 5 μ di diametro), rotondo o leggermente ovalare e, disponendosi col suo asse maggiore secondo la lunghezza del corpo cellulare, giace verso la base di questo Le cellule che negli otricoli più grandi misurano 20 μ di altezza, non possegono limiti troppo ben definiti ed il loro citoplasma è carico di finissimi granuli (2), ma privo di gocciolette di sostanza grassa, di cui non si riscontrano accenni nemmeno nei preparati di corpuscoli fissati nei liquidi osmici di Flemming o di Hermann (3). I granuli sono più abbondanti

---

(1) Quanto alle dimensioni degli otricoli, noterò che questi sono quasi uguali fra loro per grossezza o calibro, poiché predominano quelli che misurano in media 80 μ circa, tuttavia si scende anche ad otricoli di 32-40 μ come d' altra parte se ne incontrano alcuni che arrivano sino a 88-90 μ.

(2) In alcune è più granuloso in altre meno.

(3) È noto che nell'Anguilla e in altri Teleostei (forse in tutti) le cellule dell' interrenale (corpuscoli di Stannius) non contengono sostanza grassa che si sveli con l' acido osmico o con le colorazioni mediante il Sudan III e lo Scharlach. (V. in Poll H, Die Vergleichenden Entwickelungsgeschichte der Nebennierensysteme der Wirbeltiere. *Handbuch der vergl. und exp. Entwickelungslehre der Wirbeltiere, herausg. von* O. Hertwig, *Jena 1905*).

alla base della cellula, meno all' apice, e si tingono intensamente coll' eosina nei preparati fissati con sublimato e doppiamente colorati con ematossilina od emallume ed eosina. Il centro o l' asse degli otricoli non è scavato e non mostra pertanto un lume, quantunque in alcuni possa apparire più chiaro che la periferia così da simulare quasi una cavità. Esso è riempito o dalle estremità distali delle cellule parietali o da altre cellule che con la parete non hanno rapporto e che si potrebbero perciò chiamare centrali. Le quali cellule centrali differiscono dalle parietali non tanto per l'aspetto del loro citoplasma, che è del pari finamente granuloso, quanto per la loro forma, non più cilindro-conica o prismatico-conica, ma assai svariata, sia perchè si stipano molto fra di loro, sia perchè adattano la propria forma allo spazio loro concesso, talchè se ne veggono delle cilindriche, delle affusate, delle rotondeggianti e di quelle con diversa figura poliedrica. Qualcuna delle cellule centrali si lascia anche notare per le sue dimensioni maggiori e per un nucleo alquanto più grosso vescicolare. In queste cellule centrali non m' è mai occorso di rilevare caratteri degenerativi che me le facessero ritenere per cellule in via di disfacimento.

Riguardo alle cellule parietali, che abbiamo veduto essere disposte molto regolarmente, va ricordato che se la massima parte delle medesime possiede la forma e i caratteri strutturali che sopra dicemmo, tuttavia alcune di esse si distinguono dalle rimanenti per essere molto più strette, più affilate con l' apice prolungato sino nel centro od asse dell' otricolo tanto da intromettersi talvolta fra le cellule centrali, ed inoltre per il citoplasma non granuloso, ma addensato omogeneo e scuro, e per il nucleo ovale e sottile a guisa di bastoncello (1). Coi dati che posseggo non saprei decidere se queste cellule abbiano il significato di una seconda sorta di elementi, nettamente distinti, o se invece rappresentino un diverso stato funzionale di una medesima sorta di cellule, ma poichè in alcuni otricoli non s' incontra che una sola maniera di cellule, quelle cioè cilindro-coniche con citoplasma finamente granuloso, propendo a credere che si debbano riguardare come espressione di un diverso stato della loro attività secretiva.

A far parte dell' interrenale posteriore si riscontra incostantemente, o per dir meglio rare volte, qualche altro corpicciuolo (uno o due), coll' aspetto e la struttura dei corpuscoli di Stannius sopra descritti, ma di dimensioni assai più piccole, lungo il tratto interposto fra la porzione craniale e la caudale del rene, cioè nella zona interrenale posteriore

Interrenale anteriore o cefalico.

L' interrenale anteriore o cefalico occupa la zona interrenale anteriore, che si estende dal punto d' unione dei tre quarti posteriori col quarto anteriore del rene fino all'estremo craniale del rene cefalico, ed occupa perciò la porzione craniale delle vene cardinali posteriori e la porzione prossimale delle vene cardinali anteriori (giugulari) primitive.

Prima di procedere oltre nella descrizione dell' interrenale anteriore, occorre, affine di precisarne più esattamente la topografia, che io specifichi la ragione per la quale parlo di

(1) Queste apparenze sono più specialmente manifeste nei preparati fissati con liq. di Flemming

vene cardinali anteriori (giugulari) primitive. A questo proposito si richiede un confronto fra la disposizione del sistema venoso nei Leptocefali e quella che il medesimo sistema mostra nelle Cieche e nelle Anguille adulte, poichè, colla metamorfosi, avvengono certe modificazioni delle quali giova tener conto per la giusta denominazione dei vasi venosi coi quali l' interrenale anteriore trovasi in rapporto.

Ora, come credo di poter appunto dedurre da un siffatto confronto, quelle vene che nelle Cieche e negli esemplari adulti sono in rapporto con il rene cefalico io interpreto quali vene cardinali anteriori primitive. Nei Leptocefali (Tav. II, Fig. 27) esiste una vena mediana (Stammvene) che può indicarsi col nome di vena cardinale posteriore comune (vena cardinale mediana), la quale in avanti si apre, colla vena epatica (estremo prossimale della vena subintestinale), nel seno venoso del cuore. Questa vena mediana sembra che, sboccando nel seno venoso, si biforchi nelle due vene cardinali anteriori; si tratta in vero di due vasi venosi che dal seno si portano dorsalmente e cranialmente per continuarsi con le vene giugulari o cardinali anteriori. Stante tale disposizione, io sono indotto a riguardare quei due tronchi come la porzione prossimale delle vene cardinali anteriori o giugulari primitive. Inoltre nei Leptocefali, sebbene di calibro molto minore, esistono già formate altre due vene, una per lato, ciascuna delle quali si congiunge alla vena cardinale anteriore primitiva della propria parte, verso il suo estremo prossimale; esse decorrono lungo il pericardio dorsale ed in seguito, col progredire dello sviluppo e colla metamorfosi, s'ingrandiscono ed assumono un volume predominante, mentre le cardinali anteriori primitive si riducono, sicchè queste appariscono come un ramo di quelle. Sono le vene che nelle Cieche (Tav. II, Fig. 17-24) e nelle Anguille adulte rappresentano poi le vene cardinali anteriori o giugulari degli autori e che si uniscono da ogni lato alla cardinale posteriore rispettiva in un breve dotto di Cuvier. Ma riferendomi a quanto ho qui detto intorno a tali vene e a quanto mostrano i miei preparati, ritengo che le medesime debbano raffrontarsi alle vene laterali della testa dei Selaci (1). Per tal modo nelle Anguille si effettuerebbero modificazioni e disposizioni simili a quelle che si verificano negli Elasmobranchi: le vene cardinali anteriori o giugulari si attenuano e regrediscono, mentre si vanno considerevolmente sviluppando le vene laterali della testa (venae capitis laterales).

Relativamente alle modificazioni che subisce il sistema venoso, importa anche ricordare che la vena cardinale mediana o comune, che abbiamo veduto esistere nei Leptocefali, si divide poi, come già si riscontra nelle Cieche (Tav. II, Fig. 16), in vena cardinale posteriore destra, molto più ampia, e vena cardinale posteriore sinistra, molto più stretta, le quali rimangono in comunicazione tra di loro per mezzo di tratti o rami anastomotici trasversali. La vena cardinale posteriore destra in avanti si congiunge colla rispettiva vena laterale della testa presso il suo sbocco nel seno venoso; in dietro si sposta lateralmente a destra, ma andando più verso la coda, in corrispondenza del mesonefro, mantiene la posizione mediana. La vena cardinale posteriore sinistra si estende meno della destra

(1) Vedi in Hochstetter F., Die Entwickelung des Blutgefässsystems (*Handbuch der vergl. und exper. Entwickelungslehre der Wirbeltiere, herausg.* von O. Hertwig, *Jena 1903*).

verso l' indietro e in avanti si congiunge, pure presso lo sbocco nel seno venoso, con la corrispondente vena laterale della testa. Tra la vena cardinale anteriore primitiva sinistra e la posteriore del medesimo lato esiste sempre un ramo anastomotico che le mette in comunicazione tra loro ed anzi talvolta, così almeno rilevo dallo studio delle sezioni seriali di Cieche, la cardinale posteriore sinistra non si congiunge con la vena laterale ma bensì con la cardinale anteriore della stessa parte per mezzo di quel ramo anastomotico. Vedremo che lungo tale ramo si prolunga l' interrenale anteriore sinistro per passare dalla cardinale posteriore all' anteriore, mentre a destra riscontrasi un' interruzione nel passaggio della massa linfoide renale e dell' interrenale dalla cardinale posteriore all' anteriore. Pure nell' adulto la cardinale anteriore sinistra talora si congiunge con la posteriore e questa a sua volta, mediante un breve tratto, con la vena laterale della testa a formare il dotto di Cuvier. A destra un ramo anastomotico tra la cardinale anteriore e la posteriore può esistere soltanto eccezionalmente.

Chiarita la disposizione dei tronchi venosi e dimostrata la ragione per la quale io parlo di vene cardinali anteriori (giugulari) primitive in rapporto col rene cefalico e coll' interrenale anteriore o cefalico, riprendo la descrizione di questi organi.

Interrenale anteriore lungo la porzione craniale o prossimale delle vene cardinali posteriori.

Nelle Anguille adulte, esaminando le sezioni trasverse seriali e procedendo in senso caudo-craniale, si osserva che l' interrenale anteriore comincia a mettersi in evidenza più presto attorno alla vena cardinale posteriore destra che attorno a quella sinistra. Ed apparisce prima sulla parete ventrale e sulle pareti laterali del vaso, mentre sulla parete dorsale, ancora priva dei lobuletti dell' interrenale, si vedono gli elementi del sistema cromaffine (feocromo), i quali vi formano talora come un continuo strato epiteliale, posto al disotto dell' endotelio. A sinistra si manifesta dapprima verso l' angolo dorso-mediale della vena, poi, estendendosi ventralmente, ne occupa tutto il segmento mediale e ventrale.

La disposizione dell' insieme dei lobuli, che costituiscono l' interrenale anteriore lungo la porzione prossimale delle vene cardinali posteriori, si apprezza assai bene nei preparati in superficie di lunghi segmenti isolati di questi vasi venosi. È facile ottenere preparati assai dimostrativi col seguente procedimento: colorito in massa con carminio alluminico il tratto del vaso, si spacca poi in direzione longitudinale lungo la parete dorsale, lo si distende sul vetrino portaoggetto e si chiude in glicerina. In tratti così allestiti, già ad occhio nudo o ad un debole ingrandimento e meglio ancora all' osservazione col microscopio binoculare, risaltano i lobuletti dei quali si compone l' interrenale, poichè sulla superficie del vaso si scorgono tanti piccoli rilievi o bitorzoletti di varia figura e grandezza, sia isolati, sia aggruppati in aree ovvero in striscie più o meno estese. Di mano in mano che ci si avvicina verso l' estremo prossimale della vena, ossia verso il dotto di Cuvier, i lobuletti in discorso si fanno sempre più numerosi, distribuendosi anche sulla sua parete dorsale e quindi su tutto il perimetro del vaso, che ne rimane circondato come da un manicotto.

Quanto alla forma, i lobuli, nei preparati in superficie, appariscono rotondeggianti, ovalari, ellissoidali od anche cilindrici, a guisa di otricoli tubulari, più o meno lunghi con l'asse maggiore diretto secondo il decorso del vaso oppure, più di rado, in senso obliquo o trasversale. Alcuni dei lobuli sono incurvati sopra sè stessi, altri si presentano ramificati con propaggini più o meno estese e anche anastomizzati tra loro. In alcuni tratti stanno più ravvicinati e formano delle aree molto ampie, la cui larghezza può pure oltrepassare la misura di un millimetro. Circa alla mole dei lobuletti, assai varia, basterà dire che da quelli i quali misurano attorno ai 50-60 μ di spessore, si va gradatamente ad altri il cui spessore tocca persino i 300 e i 400 μ. I lobuli, sempre nei preparati in superficie, si mostrano circondati da un delicato involucro connettivale e quelli di maggiori dimensioni risultano costituiti da lobuletti più piccoli. In qualche esemplare la parete della vena è come tappezzata da grandi aree poligonali con angoli rotondeggianti, ciascuna delle quali comprende un aggregato di piccoli lobuli: i limiti delle aree sono segnati da serie di cellule pigmentate.

Anche lo studio delle sezioni trasversali delle vene e della vicina massa linfoide, insieme, ci fa conoscere che i lobuli dell' interrenale anteriore sono di varia forma e grandezza (Tav. I, Fig. 2, *ia*). Si vedono quasi sempre addossati alla parete della vena o compresi nel suo spessore, cosicchè alcuni di essi con un loro lato guardano il lume vasale, verso il quale, non di rado, sporgono e da questo rimangono separati per mezzo del solo endotelio, che si adagia direttamente sulla loro superficie. Altri lobuli distano più o meno dal lume, poichè tra l' endotelio e il corpo dei lobuli s' interpone parte del tessuto proprio della parete vasale in cui stanno spesso annidati elementi del sistema cromaffine, che allora viene a trovarsi tra l' endotelio e i lobuli. Siccome i lobuli, oltre ad essere variamente conformati, sono anche variamente grandi, ne consegue un diverso spessore della parete vasale anche in una medesima sezione trasversa (Fig. 2). È poi naturale che vi sia un forte contrasto fra la grossezza dei tratti di parete privi di lobuli e quegli altri che ne contengono e dove diversi lobuletti insieme riuniti occupano territori più estesi. Tra i lobuli si veggono interposti seni sanguigni ora stretti ora larghi che li bagnano e che comunicano colla cavità della vena.

Alcuni dei lobuli racchiudono in sè una cavità di diversa ampiezza, la quale per altro non devesi considerare come un lume dell' otricolo glandulare, sibbene come uno spazio sanguigno, ossia un seno venoso, a quel modo che dimostrano gli eritrociti che vi si trovano, e dei quali talvolta lo spazio è ripieno, e anche il rivestimento endoteliale, quantunque questo non sempre si riesca a vedere.

Tanto nella vena cardinale posteriore destra quanto nella sinistra, i lobuli situati sulla loro parete laterale si fanno spesso notare per le maggiori dimensioni (Tav. I, Fig. 7 e 8), e dalla parete esterna di ciascuna vena i lobuli invadono anche la massa linfoide, seguendo per lo più le vene renali reveenti che corrono in questa massa (1).

---

(1) Si ha allora una certa somiglianza con le disposizioni che i due sistemi offrono nello Storione (E. Giacomini, Contributo alla conoscenza delle capsule surrenali dei Ganoidi etc., *Monit. Zool. Ital., Anno XV, Firenze 1904*).

Dissi già che più in avanti i lobuli dell' interrenale si distribuiscono anche sulla parete dorsale della vena, tuttavia l' esame delle sezioni mostra che da questa parte, pur quando è circondata da un manicotto, i lobuli sono sempre meno abbondanti. Più cranialmente quasi tutta la parete della vena cardinale posteriore destra viene circondata dai lobuletti dell' interrenale.

Medialmente all' interrenale di destra, al disopra dell' esofago, tra questo e l' aorta, si rinviene qualche lobuletto accessorio, staccato dall' insieme di quelli che circondano la vena.

A destra, nel tratto che precede lo sbocco della vena cardinale posteriore di questo lato nel dotto di Cuvier, i lobuli dell' interrenale vanno a poco a poco diminuendo fino a cessare del tutto, di guisa che si verifica qui un' interruzione del sistema e similmente accade per la distribuzione del tessuto cromaffine. A sinistra, quando siamo presso a poco al livello anzidetto, i lobuli diminuiscono di numero nella parete della vena cardinale posteriore sinistra, ma non scompaiono del tutto, poichè si continuano sul ramo vasale che congiunge la cardinale anteriore colla posteriore, anche quando quella concorre alla formazione del dotto di Cuvier sinistro: e come non succede una completa interruzione per l' interrenale sinistro così non s' interrompe nemmeno la prosecuzione del sistema cromaffine.

Lungo tutto il tratto occupato dall' interrenale, sul contorno esterno della vena, sia essa la cardinale posteriore destra o la sinistra, si trova disseminato del tessuto linfoide simile a quello della massa renale linfoide (1) situata lateralmente a ciascuna vena e nella quale le vene medesime in certi tratti sono più o meno incluse. Trabecole di questo tessuto linfoide s' intromettono talvolta anche fra i lobuli dell' interrenale, specialmente verso il lato che guarda la superficie esterna della vena.

Sulla minuta struttura dei lobuli e delle cellule, che li compongono, parlerò dopo aver detto anche di quella parte dell' interrenale anteriore che ha rapporto con le vene cardinali anteriori primitive.

Interrenale anteriore lungo la porzione prossimale delle vene cardinali anteriori (giugulari) primitive.

Un' altra parte dell' interrenale anteriore o cefalico risiede in quella porzione del rene conosciuta col nome di rene cefalico ed accompagna le vene cardinali anteriori (giugulari) primitive, con le quali contrae intimi rapporti. Credo di non esagerare affermando che nelle Anguille adulte ciò che viene indicato come rene cefalico è costituito in quasi tutta la sua estensione dall' interrenale.

Con la dissezione si riesce senza grandi difficoltà a mettere allo scoperto il rene cefalico e per conseguenza l' interrenale anteriore che ad esso corrisponde. Subito al di dietro delle branchie, a livello della regione cardiaca, dorsalmente, tra l' aorta e l' esofago, corrono, uno per lato, due lunghi corpicciuoli cilindrici di colore carnicino o roseo pallido, alquanto compressi in senso dorso-ventrale, ciascuno dei quali appare come la prosecuzione della rispettiva massa linfoide del rene. A destra però, tra questa e il rene cefalico,

(1) Tessuto pseudolinfoide (Felix).

conforme a quanto avvertii rispetto alla precedente porzione dell' interrenale anteriore, esiste una breve interruzione (1), la quale manca invece a sinistra, di guisa che da questo lato le due parti si continuano l' una nell'altra, pur lasciandosi agevolmente riconoscere per il diverso colorito, essendo la massa linfoide d' un rosso scuro, mentre il rene cefalico è carnicino o roseo. Ognuno di questi due corpicciuoli è circondato da un involucro o capsula connettivale per mezzo della quale resta ben delimitato dai tessuti ed organi circostanti, il che permette anche di facilmente isolarlo. Ognuno di essi è intimamente collegato colla corrispondente vena cardinale anteriore, numerose propaggini della quale lo percorrono nel suo interno formandovi una ricca rete di seni sanguigni.

D' aspetto compatto, i due corpi dei quali ci stiamo occupando, sono di grossezza uniforme senza ispessimenti; ai loro due estremi possono mostrarsi assottigliati e appuntiti per modo che talora assumono una figura affusata. Circa alle loro dimensioni, quello di destra misura dai 9 ai 12 mm. di lunghezza e mm. 1-1,5 di larghezza, quello di sinistra è lungo in media 10 mm., ma in taluni esemplari non oltrepassa i mm. 5,5-6 ed è largo 1 mm. o poco più. Il destro è talvolta suddiviso in due o tre parti che si seguono l' una dietro l' altra.

In alcuni casi da animali, precedentemente aperti con taglio lungo la linea mediana ventrale per togliere gran parte della parete addominale e fissati in una miscela di liquido di Müller e formolo, staccai un pezzo comprendente: la porzione prossimale delle vene cardinali posteriori, l' aorta, il cuore, l' esofago e i due reni cefalici con le cardinali anteriori, e il pezzo sezionai al microtomo trasversalmente in serie. In altri casi invece isolai ed asportai ciascuno dei reni cefalici, che fissai in liquidi diversi e sezionai pure trasversalmente in serie.

Le sezioni seriali trasverse eseguite secondo l' uno o l' altro metodo sono molto istruttive e permettono appunto di dimostrare che il così detto rene cefalico nelle Anguille adulte non è quell' ammasso di tessuto linfoide che comunemente si ritiene (2), ma risulta formato per la massima sua parte dai lobuli dell' interrenale, essendo il tessuto linfoide limitato alla superficie dell' organo (Tav. 1, Fig. 3,4,5).

Seguendo in senso caudo-craniale la serie delle sezioni, e riprendendone l' esame al punto dove si era lasciato per l' interrenale che accompagna la porzione prossimale delle vene cardinali posteriori, si osserva che i lobuli dell' interrenale a destra, dopo la breve interruzione sopra ricordata, ricompariscono e precisamente attorno alla vena cardinale anteriore primitiva; a sinistra, dove erano diminuiti, senza però scomparire, tornano ad aumentare pure attorno alla cardinale anteriore di questo lato; e così si passa sull' interrenale cefalico. I lobuli sono ora più abbondanti a sinistra che a destra, dove la disposizione da principio è altresì meno regolare.

---

(1) Soltanto di rado può esistere un tratterello che ne stabilisca la continuazione.

(2) Il Balfour (*Biolog. Centralbatt, Bd. I, 1881*, e *Quart. Journ. of micr. Science N S. Vol. XXII, 1882*) che, studiando il rene cefalico di Teleostei adulti, esaminò pure quello dell'*Anguilla*, non accenna affatto alle particolari strutture delle quali ci stiamo occupando. Nemmeno Sw. Vincent (l. c.) ne fa parola, quantunque anch' egli abbia rivolto speciale attenzione al rene cefalico dell'*Anguilla*.

I lobuli sono simili a quelli che abbiamo incontrati nella porzione prossimale delle cardinali posteriori, se ne distinguono soltanto per essere più numerosi, più strettamente addossati tra di loro e per essere anche sovrapposti gli uni agli altri dal lume vasale verso la periferia. In conseguenza di tale disposizione, nelle sezioni trasverse, specialmente quando si giunga verso il loro tratto di mezzo, i due corpi cilindroidi rappresentanti l' interrenale cefalico offrono la struttura d' una glandola, formata da cordoni epiteliali pieni (Tav. I, Fig. 3,4).

La capsula connettivale, di cui ciascun corpo interrenale cefalico è circondato, ha aspetto lamelloso essendo costituita di sottili strati concentrici: da essa partono delicati sepimenti che s' inoltrano, suddividendosi, fra i lobuli e vanno a congiungersi con altri simili sepimenti, che provengono dalla parete della vena attorno alla quale i lobuli sono distribuiti. Al disotto della capsula connettivale, tra essa e la superficie esterna dei lobuli più periferici, è situato del tessuto linfoide che cinge l' organo e che coi sepimenti può continuarsi pure tra i lobuli. Se prendiamo a considerare una delle sezioni trasverse che cadono verso il tratto di mezzo dell' interrenale anteriore cefalico, sia di destra sia di sinistra, il lume della vena giugulare (Tav. I, Fig. 3) ci apparisce circondato da un manicotto di lobuli e tappezzato subito al disotto dell' endotelio da uno strato di elementi cromaffini (feocromici). Il limite del lume della vena s' interrompe qua e là, perchè da esso si partono seni che si spingono tra i lobuli; ora lungo i seni, ovvero anche lungo i sepimenti, si continuano gli elementi cromaffini, i quali vengono così ad interporsi fra i lobuli e anche a circordarli, e allora l' insieme dell' organo, specialmente quando le cellule cromaffini vi sono raccolte in forma di cordoni o di grandi nidi, potrebbe paragonarsi, per l' aspetto che offre nelle sezioni, alla glandola surrenale di un Anfibio urodelo.

Per il confronto che occorrerà farne con le disposizioni da me riscontrate nelle Cieche, interessa inoltre di rilevare che nell' estremo craniale di ogni corpo interrenale anteriore, come mostrano le sezioni trasverse, esistono grandi lobuli (Tav. I, Fig. 5) i quali attraversano il lume della vena, si congiungono in parte tra loro circoscrivendo larghi spazi sanguigni, per modo che qui la cardinale anteriore si trasforma in una rete venosa nelle cui maglie sono compresi i lobuli dell' interrenale. Vicino ai lobuli o fra di essi stanno poi nidi e cordoni di elementi cromaffini.

Oltre ai due corpi dei quali si è fin qui discorso, si possono incontrare da ogni lato altri corpicciuoli isolati, staccati cioè dalla massa che circonda la vena, posti medialmente presso la faccia dorsale dell' esofago, i quali corpicciuoli aberranti, per quanto piccoli, non differiscono riguardo alla struttura e sono costituiti da un lobuletto o più lobuletti insieme aggregati

Non vidi mai resti dell' uretere nei corpi interrenali anteriori (cefalici) di Anguille adulte e nemmeno in quelli di Anguille giovani della lunghezza di 200-250 mm. Però qualche volta, in corrispondenza dell' estremo craniale del corpo interrenale anteriore di un lato o dell' altro, trovai un rudimento della camera interna o grande corpuscolo Malpighiano del prorene. In questo resto si riconosceva bene il glomerulo atrofizzato e l' epitelio semplice appiattito della capsula rimpicciolita e separata per mezzo d' una stretta fessura circolare dalla superficie del glomerulo.

Veduta nelle sue linee principali la disposizione dell'interrenale anteriore, aggiungo ora poche parole sulla sua minuta struttura. Essa è essenzialmente la medesima, tanto per l'interrenale che accompagna la porzione prossimale delle vene cardinali posteriori, quanto per quello che ha rapporto con le vene cardinali anteriori primitive. Si tratta sempre di lobuletti od otricoli epiteliali solidi di varia forma, che sono nettamente circoscritti da membrana propria, sulla quale nei punti bagnati dai seni sanguigni si applica l'endotelio che delimita questi seni, oppure si adagia direttamente l'endotelio delimitante la vena quando, come accade lungo le cardinali posteriori, gli otricoli vengono ad affiorare o a sporgere nel lume del vaso. Di frequente negli otricoli, specialmente in quelli di maggior mole, s'internano propaggini vascolari variamente ampie, ed ho già ricordato che alcuni degli otricoli possono mostrarsi apparentemente provvisti di una cavità talvolta molto spaziosa, la quale però va interpretata come il lume di un seno sanguigno internatosi nell'otricolo; infatti la cavità contiene quasi sempre eritrociti, di cui talvolta è interamente piena (Tav. I, Fig. 4, *er*), o, se anche nei preparati non contiene sangue, mostrasi tappezzata da endotelio.

Le cellule epiteliali (Fig. 6), che compongono gli otricoli e nei quali stanno stivate, sebbene siano piuttosto piccole, tuttavia sorpassano per dimensioni quelle dell'interrenale posteriore (corpuscoli di Stannius). Hanno forma meno regolare: cilindrico-prismatica, cubica o svariatamente poliedrica, poichè si adattano sia reciprocamente le une alle altre, sia alla diversa configurazione dell'otricolo nel quale sono contenute. In alcuni otricoli che, avendo l'asse maggiore molto lungo, prendono una figura tubolare, le cellule, dalle quali sono riempiti, si dispongono perpendicolarmente a quest'asse e divengono cilindriche molto alte in modo da occupare tutta la grossezza (asse minore) dell'otricolo. In altri sembrano come ordinate in due serie parallele. Il citoplasma delle cellule dell'interrenale anteriore si mostra assai più finemente granuloso di quello delle cellule dell'interrenale posteriore. Non contiene del pari gocciole di sostanza grassa, la quale perciò non si mette in vista nemmeno nei preparati di pezzi precedentemente fissati per mezzo del liquido di Flemming o di Hermann. Mediante la fissazione con questi liquidi si mantengono meglio la forma e i limiti delle cellule, i quali al contrario sono alquanto meno evidenti dopo la fissazione nella miscela di liquido di Müller e formalina. Nei preparati che hanno subìta l'azione di quest'ultimo fissativo il citoplasma delle cellule interrenali apparisce vacuolizzato, con vacuoli di diversa grandezza senza per altro assumere un aspetto spongioso o reticolare: piccoli vacuoli può mostrare anche dopo fissazione con sublimato. Il loro nucleo, alquanto più grande di quello delle cellule dell'interrenale posteriore (corpuscoli di Stannius), possiede figura rotonda, vescicolare, misura da 6 a 8 μ di diametro, contiene un delicato reticolo cromatico ed è inoltre provvisto di un distinto nucleolo; è generalmente situato nel centro della cellula e attorno ad esso il citoplasma si mostra un po' più addensato che alla periferia del corpo cellulare. Non è raro il caso d'incontrare tra gli elementi dell'interrenale anteriore dell'adulto qualcuno di essi in cariocinesi. Oltre alle cellule più chiare e più regolari nella forma, che sono quelle delle quali abbiamo ora parlato, negli otricoli dell'interrenale anteriore è dato distinguere, come ben si osserva anche nei preparati in superficie, altre cellule che

si caratterizzano per avere un aspetto più scuro, per essere più grandi e di forma più irregolare a causa di propaggini citoplasmatiche che emanano dal loro corpo e s' interpongono fra gli elementi vicini.

Certamente i lobuli dell' interrenale anteriore, stando, come abbiamo visto, a circondare la parete delle cardinali ed essendo inoltre bagnati da seni sanguigni che da queste dipendono, si trovano nelle migliori condizioni per versare il loro secreto nell' interno dei vasi, coi quali hanno rapporto.

La differenza di struttura tra l' interrenale anteriore e il posteriore potrebbe essere collegata con una diversità di funzione, come probabilmente da un diverso ufficio funzionale dipendono certe differenze strutturali degli elementi, che compongono la sostanza corticale delle capsule surrenali dei Mammiferi.

Sistema cromaffine (sistema feocromo) nelle Anguille adulte.

Gli elementi del sistema cromaffine stanno situati nella parete di quel tratto craniale delle vene cardinali posteriori che decorre lungo la massa linfoide dei reni, massa che comprende circa i tre quarti anteriori di questi organi, e inoltre nella parete delle vene cardinali anteriori (giugulari) primitive. Quanto alle cellule cromaffini che si trovano nelle vene cardinali posteriori, esse appariscono meglio manifeste ed in maggior copia nella destra che, come nella maggior parte dei Teleostei, è molto più grande della sinistra. Del resto il sistema cromaffine, tanto a destra quanto a sinistra, si estende in dietro fino a principio del mesonefro (porzione attiva del rene). Più caudalmente, quando siamo sulla vena mediana che corre nel mezzo del rene, sulla parete di questa, per un certo tratto almeno, si ravvisano ancora nidi di cellule cromaffini, i quali però vanno diradando, finchè più indietro scompaiono del tutto.

Gli elementi del sistema cromaffine possono vedersi assai agevolmente nei preparati in superficie (allestiti col metodo che si è detto per l' interrenale anteriore, v. p. 413) di tratti della vena cardinale destra, dove, dopo fissazione nella miscela di liq. di Müller e formolo, spiccano per il loro colore giallo o giallo-bruno sul fondo quasi incolore della parete vasale. La parete della vena si mostra cosparsa nel suo spessore di nidi cellulari, di piccoli accumuli di cellule cromaffini od anche di nidi di nuclei, chè tali appaiono quando il citoplasma degli elementi feocromici è scarso.

Questi accumuli sono di diversa grandezza e di forma irregolare svariatissima, più o meno nettamente circoscritti: ora ovali, ora ellissoidali, ora a guisa di cordoni per lo più allungati secondo l' asse maggiore del vaso, possono inviare delle propaggini per mezzo delle quali talvolta si congiungono tra loro. Anche le sezioni trasverse lasciano apprezzare molto bene la disposizione del sistema cromaffine in questa parte meno craniale delle vene cardinali. In certe sezioni trasverse tutta la parete della vena mostrasi disseminata di siffatti nidi contenuti nel suo spessore. In alcuni punti osservasi che i nidi tendono a mettersi in rapporto con l' endotelio; in altri punti le cellule cromaffini si dispongono a guisa

di uno strato di elementi d'aspetto epiteliale al disotto dell'endotelio che li separa dal lume vasale. Talvolta i nidi in rapporto con l'endotelio prendono l'aspetto di lobuletti che dal lato opposto al lume vasale sono nettamente delimitati da un involucro connettivale assai sottile. Raramente si rinviene qualche nido cellulare situato dorsalmente alla vena, al di fuori della sua parete, oppure nella sua avventizia.

Quando con le sezioni, procedendo verso la testa, ci si avvicina a quella porzione prossimale o craniale delle vene cardinali posteriori, nella quale si distribuisce parte dell'interrenale anteriore, i nidi di cellule cromaffini nella parete dei detti vasi aumentano di numero e di grandezza. Allorchè si giunge a questa regione, la sostanza cromaffine è molto accresciuta e gli elementi del sistema feocromo (Tav. I, Fig 2, 7 e 8, *sc*) si vedono più specialmente nella parete dorsale, dove talora formano come un continuo strato epiteliale dello spessore di 10 a 12 e a 16 μ, il che si osserva segnatamente nella vena destra. Ma anche in altre parti della parete della vena circondata da lobuli dell'interrenale si trova sostanza cromaffine, la quale si pone o tra i lobuli e l'endotelio vasale o subito al disotto di questo, rimanendo d'altro canto separata dai lobuli per mezzo di una certa quantità di connettivo della parete venosa, ovvero si distribuisce in quei tratti della parete non occupati dagli otricoli dell'interrenale, quando questi non circondano come un intiero manicotto tutto il perimetro del vaso. Pertanto sui lati della vena ed anche sulla sua faccia ventrale è dato di vedere, situati verso il lume vasale, nidi di cellule cromaffini, ovvero uno o due straterelli di tali cellule, mentre al disopra di esse, cioè verso il contorno esterno del vaso, si trovano otricoli di sostanza corticale. Occorre inoltre rilevare che il sistema cromaffine, sia sotto forma di cellule isolate, sia sotto forma di nidi o di cordoni di cellule, s'interpone spesso fra i lobuli fino a circondarli sul loro lato opposto al lume vasale. Allorquando fra i lobuli dell'interrenale s'intromettono seni sanguigni dipendenti dalla vena medesima e si passa dal lume di essa a quello dei seni, gli elementi feocromici, che, seguendoli, vengono a porsi fra i lobuli interrenali, si situano o almeno tendono sempre a situarsi verso il lume dei seni stessi.

In prossimità dell'estremo craniale della vena cardinale posteriore destra il sistema feocromo s'interrompe nel breve tratto che precede lo sbocco della vena nel dotto di Cuvier, dove cessa anche l'interrenale (1), a sinistra invece, pur diminuendo, si prosegue insieme alla sostanza corticale per passare lungo la parete della vena cardinale anteriore primitiva di questo lato, con la quale si congiunge o mediante un ramo anastomotico o direttamente come talvolta accade. Ma appunto poco prima di giungere a questo estremo craniale gli elementi del sistema cromaffine, particolarmente nella cardinale posteriore sinistra, formano come uno strato epiteliale continuo all'intorno del lume vasale.

Lungo la massa linfoide del rene gli elementi del sistema cromaffine seguono anche le vene reveenti (venae renales revehentes), che corrono in questa massa e che affluiscono nella cardinale posteriore corrispondente.

(1) Salvo quei casi eccezionali in cui anche a destra esiste un ramo anastomotico che congiunge la cardinale posteriore con l'anteriore.

Nella porzione prossimale delle vene cardinali anteriori primitive, il sistema cromaffine è pure molto abbondante, anzi in certi punti più abbondante che nelle cardinali posteriori. Esaminando una sezione trasversa del rene cefalico, la quale cada verso il suo estremo caudale o verso il suo tratto di mezzo, si vede il lume, che occupa il centro dell'organo, tappezzato da uno strato di tessuto cromaffine, i cui elementi si continuano nei seni venosi avanzantisi dal lume della vena tra i lobuli, ovvero seguono i delicati sepimenti che dalla superficie interna del vaso s'inoltrano tra i lobuli, onde, nell'un modo o nell'altro, gli elementi cromaffini vengono ad interporsi tra i lobuli finanche a circondarli, sia in forma di cordoni sia di grandi nidi di cellule feocromiche (Fig. 3, 4, *s c*). In tal guisa sistema cromaffine e sistema interrenale s'intrecciano, e il loro insieme acquista nella regione del rene cefalico un aspetto assai simile a quello offerto dalle sezioni trasversali delle capsule surrenali degli Anfibii e più particolarmente degli Anfibii urodeli.

Merita speciale menzione l'abbondanza di tessuto cromaffine in corrispondenza dell'estremo craniale del rene cefalico. Quivi l'interrenale, come ebbi già occasione di accennare, è costituito da grandi lobuli che attraversano persino il lume del vaso; orbene, tra questi grossi lobuli s'intromettono copiosi nidi e cordoni di tessuto cromaffine di diversa forma e grandezza che stanno, in parte, a tappezzare gli ampi seni sanguigni addossandosi ai lobuli interrenali (Tav. I, Fig. 5). In qualche caso nell'estremo craniale del rene cefalico predomina il tessuto cromaffine sull'interrenale ed a tal segno che, procedendo nello studio delle sezioni dall'avanti all'indietro, l'estremo craniale del così detto rene cefalico può cominciare con solo tessuto cromaffine disposto intorno al lume della vena e dei seni che con essa comunicano. Allorchè, poco più indietro, apparisce l'interrenale coi suoi lobuli, tra questi s'intromette a guisa di cordoni il tessuto cromaffine.

A quel modo che cellule linfoidi, tanto per la porzione d'interrenale anteriore avente rapporto con le cardinali posteriori, quanto per l'altra connessa con le giugulari primitive, s'interpongono fra i suoi lobuletti, similmente linfociti possono inframmettersi fra i nidi e fra singole cellule cromaffini.

Ricorderò da ultimo che elementi del sistema cromaffine, isolati o riuniti in corte catene ovvero in piccoli nidi, si rinvengono pure nel cuore, e precisamente nella parete del seno venoso, vicino o anche dentro ai gangli simpatici cardiaci che vi risiedono. Le cellule cromaffini scarsamente disseminate in questa regione sono alquanto più piccole di quelle poste lungo le vene cardinali e meno facilmente assumono il colore giallo o giallo-bruno dopo l'azione del bicromato.

Le cellule cromaffini distribuite lungo le vene cardinali posteriori e anteriori hanno forma assai varia come si rileva pure dai preparati in superficie: cubica, cilindrica, cilindrico-prismatica, affusata od irregolare a causa di qualche corto prolungamento emanante dal loro corpo; talora, sopratutto nei nidi più piccoli o quando giacciono isolate, si presentano anche di forma rotondeggiante. Il loro citoplasma è finamente granuloso, in alcune più scuro, in altre più chiaro; dopo fissazione in sublimato si colora piuttosto intensamente con ematossilina o con emallume; assume senza difficoltà la tinta giallo-bruna o bruna (cellule feocromiche) per l'azione del bicromato potassico. Il loro nucleo d'aspetto vesci-

colare è un po' più grande di quello delle cellule componenti l'interrenale e misura in media 8 μ circa; ha figura rotondeggiante od ovoidale, la sostanza cromatica d'apparenza polverizzata e soltanto assai di rado lascia scorgere un piccolissimo nucleolo: per questi suoi caratteri si distingue assai facilmente dal nucleo delle celllule dell' interrenale.

Tra gli elementi cromaffini si trovano cellule connettivali ramificate o stellate, i cui prolungamenti si congiungono tra loro circondando singole cellule cromaffini o gruppetti di esse nei nidi più grandi, similmente a quanto feci già conoscere per la sostanza midollare dell' *Amiurus* (1).

Rapporti del sistema cromaffine col sistema nervoso simpatico.

Circa ai rapporti degli elementi del sistema cromaffine col sistema nervoso simpatico, devo mettere in rilievo che, quantunque il simpatico col suo tronco e coi suoi gangli stia molto vicino alle vene cardinali, specialmente alla vena cardinale posteriore destra e alle cardinali anteriori situato dal loro lato dorsale, tuttavia non mi capitò mai di trovare cellule o nidi di cellule cromaffini entro ai gangli simpatici del cordone limitrofo (2). Riguardo al tessuto cromaffine della vena cardinale posteriore destra, soltanto assai di rado mi fu dato di rintracciare qualche nido vicino a taluno dei gangli situati dorsalmente a questo vaso, come pure soltanto lungo qualche ramuscolo nervoso simpatico, che si porta alla vena e corre nel suo spessore, riuscii a scorgere singole cellule cromaffini o piccolissimi nidi.

Nella porzione prossimale (craniale) della vena cardinale destra s' incontrano gangliettini nervosi più o meno addossati alla parete della vena, in modo da stare indifferentemente o vicino alla sostanza cromaffine o presso ai lobuli dell' interrenale. Solo assai di rado accade di vedere, nello spessore della parete della vena, qualche singola cellula gangliare presso un nido cellulare o tra le cellule cromaffini.

Un più intimo rapporto col simpatico ha la sostanza cromaffine contenuta nei corpi rappresentanti i così detti reni cefalici. Rami nervosi, che corrono alla periferia di questi corpi, penetrano nel loro interno spingendosi tra gli otricoli dell' interrenale fino a raggiungere il tessuto cromaffine situato attorno al lume della vena, che li percorre secondo la loro lunghezza. In alcuni punti sembra che i nervi si espandano sul tessuto cromaffine. I rami nervosi, lungo taluno dei quali si può incontrare qualche cellula gangliare, sono accompagnati nell' interno dei corpi interrenali cefalici da cellule feocromiche, dalle quali rimangono circondati, allorchè esse sono maggiormente numerose (Fig. 4, 5, *r n s*, *r n s c*). Nell' estremo craniale del rene cefalico, dove si è visto predominare o anche trovarsi solo tessuto cromaffine, giungono tronchicini nervosi più grossi che con esso si mettono in relazione.

---

(1) Giacomini E. — Contributo alla conoscenza del sistema delle capsule surrenali dei Teleostei. Sulla sostanza midollare (organi soprarenali o tessuto cromaffine) di *Amiurus catus* L. — *Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Anno accad. 1904-905*).

(2) Con ciò non intendo escludere assolutamente l' esistenza di cellule cromaffini nei detti gangli. È questo un punto che richiede ulteriori ricerche, poichè singole cellule o piccolissimi nidi cromaffin potrebbero essere sfuggiti alla mia osservazione, tanto più che io ho veduto nei gangli simpatici dell' adulto certe piccole cellule rispetto alla natura delle quali sono rimasto dubbioso.

Sistema interrenale nelle Cieche.

Per quanto concerne il sistema interrenale delle Cieche o piccole Anguille di montata, ossia delle Anguilline giovanissime, che, avendo compiuta da poco la loro metamorfosi, risalgono dal mare nei fiumi, si può dire che esso, a parte il minore sviluppo, ha già la disposizione che mostra nell'adulto e pertanto lascia ugualmente distinguere una porzione posteriore, interrenale posteriore o caudale, e una porzione anteriore, interrenale anteriore o cefalico.

Interrenale posteriore o caudale.

L'interrenale posteriore o caudale (Tav. I, Fig. 9, *ipd, ips*) delle Cieche è costituito dai due corpuscoli di Stannius posteriori, che esistono già completamente formati, fatta astrazione dal volume molto minore in confronto a quello da essi raggiunto nell'adulto. Sono situati sulla faccia ventrale della porzione caudale del rene (mesonefro), uno per lato del piano sagittale. Raramente l'uno è posto più innanzi dell'altro, d'ordinario si trovano quasi allo stesso livello; ma varia un poco la loro posizione in quanto può essere più craniale o più caudale rispetto ad altri organi: così relativamente alla vescica urinaria, al cui lato dorsale vengono ad essere collocati, possono stare ora nel piano trasversale che passi per l'apice craniale della medesima, ora alquanto più indietro o di fronte allo sbocco di essa all'esterno, ora più in avanti, ai lati del mesenterio, al disopra dell'ultima porzione dell'intestino o poco prima dell'apertura anale. Sulle sezioni trasverse posseggono una forma rotondeggiante o triangolare ad angoli arrotondati, e col loro lato mediale si addossano alla vena mediana, venendo a contatto della sua parete. Di volume presso a poco eguale, hanno un diametro massimo che, a seconda degli esemplari, varia dai 140 ai 180 μ circa (1). Conforme a quanto insegnano le sezioni che li colpiscano nella loro maggiore larghezza, ognuno di essi consta di cinque o sei, al più otto, cordoni od otricoli epiteliali tubulari, separati tra loro per mezzo di esili sepimenti, che provengono dalla sottile capsula connettivale che circonda ciascun corpuscolo. I cordoni od otricoli, i quali, data la regolare disposizione delle loro cellule, sembrano provvisti di uno stretto lume, sono tortuosi e si anastomizzano tra loro, come si rileva con lo studio della serie delle sezioni. Le cellule, di cui risultano composti, sono di forma cilindro-prismatica o cilindro-conica, alte circa 20 μ, colla base rivolta verso la membrana propria dell'otricolo, sulla quale s'impiantano perpendicolarmente: hanno citoplasma finamente granuloso che appare più denso e più colorito dall'eosina (nei preparati doppiamente colorati con emallume ed eosina) verso la base della cellula, dove risiede pure il nucleo d'aspetto vescicolare, di figura rotonda o leggermente ovale.

(1) In media è di circa 148 μ. Il diametro minore varia da 80 a 142 μ, in media è di circa 112 μ.

Interrenale anteriore o cefalico.

La zona interrenale anteriore nelle Cieche può essere delimitata da un piano trasverso-verticale, che passi pel margine craniale della cistifellea, e da un altro, che rasenti il margine anteriore (craniale) del prorene o rene cefalico (1). L' interrenale anteriore, già formato, è distribuito lungo la porzione craniale delle vene cardinali posteriori e lungo la porzione prossimale delle vene cardinali anteriori (giugulari) primitive (sulla disposizione del sistema venoso nelle Cieche vedasi a pag. 412-413). Per la descrizione seguirò lo stesso ordine adottato nel trattare l' interrenale dell' adulto.

Interrenale anteriore lungo la porzione craniale o prossimale delle vene cardinali posteriori.

Nelle Cieche, esaminando le sezioni trasverse seriali e procedendo in senso caudo-craniale, l' interrenale anteriore, come nelle Anguille adulte, comincia a mostrarsi più presto, a livello circa dell' estremo craniale della cistifellea, attorno alla vena cardinale posteriore destra, dove è anche più manifesto e quindi più facilmente visibile, che attorno alla vena omonima sinistra, dove comparisce soltanto più in avanti (2). Occupa più particolarmente la parete inferiore o ventrale e la parete mediale della vena (Tav. I, Fig. 10-14, *ia*, Tav. II, Fig. 16, *iad*), non essendo che assai di rado esteso alla parete dorsale, nella quale del resto anche nell' adulto può mancare o è meno abbondante. È costituito da gruppetti di cellule di aspetto schiettamente epiteliale, di forma cubica o cilindrico-prismatica, situate nella parete della vena subito al disotto dell' endotelio, che delimita il lume del vaso, e aventi il loro asse maggiore diretto perpendicolarmente alla parete medesima (Fig. 11). I detti gruppi o lobuli sono per la maggior parte formati da una sola serie di cellule, altri da due o al massimo da tre serie sovrapposte. Ognuno di essi ha una sottile membrana propria, che lo delimita e lo separa dagli altri vicini. Le cellule che li compongono (Fig. 11) sono piuttosto grandi (per altezza misurano dai 12 ai 16 μ), con nucleo sferico vescicolare (di circa 6 μ) e citoplasma piuttosto denso, finissimamente granuloso, che prende e ritiene fortemente la tinta dell'eosina. A sinistra la vena cardinale posteriore è molto stretta, talchè solo con attenta osservazione si riesce a vedervi lobuletti dell' interrenale (Tav. II, Fig 16, *vcps*, *ias*).

Notevole è il fatto che in alcuni punti i due interrenali si congiungono per mezzo di un cordone epiteliale o mediante una serie di lobuletti (3), i quali si staccano dalla parete

(1) Può anche dirsi che in avanti giunge sino a livello dell' estremo craniale del pericardio Riferendoci ai gangli spinali, l' interrenale anteriore comincia circa all' altezza del 6°-7° paio di gangli e si estende in dietro sino al 14°-15° paio, sicchè occupa circa 9 segmenti.

(2) Più caudalmente, da un lato e dall' altro, segue la porzione linfoide del rene, la quale, in direzione cranio-caudale, comincia più presto a sinistra che a destra.

(3) Da una parte di questi potrebbero derivare quei lobuli isolati, accessori, che nell' adulto si rinvengono medialmente all' interrenale destro, tra l' esofago e l' aorta (v. p. 415).

mediale della vena cardinale destra e, passando dorsalmente all' esofago, si dirigono verso la sinistra (Tav. II, Fig. 16). Questi cordoni di congiunzione, come risulta dall' esame della serie delle sezioni, sogliono seguire i rami anastomotici trasversi tra le due vene cardinali posteriori (Tav. I, Fig. 14, a sinistra della figura è colpito dal taglio il tratto iniziale d' uno di questi rami). Tale disposizione deve, a mio parere, spiegarsi considerando che nelle larve esiste una vena cardinale posteriore unica, la vena mediana, la quale si divide poi in vena cardinale destra, più grande, e vena cardinale sinistra, assai più piccola, congiunte insieme da rami anastomotici trasversali. E poichè, come dirò più sotto, la vena mediana contiene già gli elementi dell' interrenale anteriore, la maggior parte di questi rimangono in rapporto con la cardinale posteriore destra, mentre una piccola parte accompagnano la cardinale posteriore sinistra, ma nel processo di divisione della vena mediana alcuni lobuli possono formare i cordoni trasversali che nelle Cieche riuniscono temporaneamente l' uno all' altro i due interrenali.

Nella vena cardinale destra i lobuli, di mano in mano che nella serie delle sezioni si progredisce cranialmente, vanno aumentando di numero ed estendendosi in modo da disporsi oltre che sulla parete ventrale, anche su tutta la sua parete mediale (Fig. 12) e in parte anche sulla parete laterale (esterna). Più in avanti la vena cardinale destra (Tav I, Fig. 10) diminuisce d' ampiezza, contemporaneamente scemano pure i lobuli dell' interrenale, che tornano a trovarsi soltanto nella sua parete ventrale. Quando si giunge a livello del margine craniale del fegato e dell' estremo caudale della cavità pericardica, ossia quando si arriva su quel tratto della vena cardinale posteriore destra che precede immediatamente il suo sbocco nel seno venoso, i lobuli nella sua parete scompaiono e l' interrenale subisce un' interruzione, per guisa che non si continua con quella porzione la quale ha rapporto colla cardinale anteriore primitiva dello stesso lato. Ciò concorda con quanto feci già rilevare nell' adulto. A sinistra, quantunque gli elementi dell' interrenale siano in molto minor numero, di regola non si verifica un' interruzione dell' organo, poichè esso si continua lungo un ramo venoso che, costeggiando l' uretere (1), congiunge la cardinale posteriore sinistra con la cardinale anteriore del medesimo lato. In qualche esemplare ho tuttavia osservato che per breve tratto accadeva un' interruzione anche a sinistra.

Interrenale anteriore o cefalico
lungo le vene cardinali anteriori (giugulari) primitive.

Per dare un più adeguato concetto sulla disposizione dell' interrenale anteriore o cefalico lungo le vene cardinali anteriori (giugulari) primitive (2), conviene seguire la serie delle sezioni in senso cranio-caudale e cominciarne l' esame al davanti delle due

---

(1) Il canale del prorene chiamato nei Teleostei da Felix uretere primario, ma che può chiamarsi anche semplicemente uretere, poichè, senza subire ulteriori modificazioni, come tale rimane e funziona con la sua parte posteriore avente rapporto col mesonefro. Esso nelle Cieche, come anche nei Leptocefali, corre diritto o soltanto con qualche lieve ondulazione.

(2) Circa a queste vene veggasi a pag 412-413.

camere interne o grandi corpuscoli Malpighiani del prorene. La condizione normale è che esistano due camere del prorene, da ciascuna delle quali proviene il rispettivo uretere primario (1), ma spesso ne esiste una sola, di solito quella del lato destro, dalla quale si partono allora ambedue gli ureteri. In qualche esemplare ho invece notato che, pur avendosi le due camere del prorene, queste, anzichè situate simmetricamente una per lato, sono poste tutte e due da un medesimo lato, e cioè a destra. In ogni caso, come meglio ora dirò, l'interrenale comincia al davanti delle camere o dell'unica camera del prorene, ma siccome la sua disposizione in questa regione dei corpuscoli Malpighiani varia alquanto colle variazioni testè ricordate, così descriverò prima l'interrenale nella condizione normale delle due camere del pronefro, e poi accennerò alle modificazioni che la sua disposizione subisce per il variare del rene cefalico.

Nella condizione normale, quando le camere del prorene sono due e poste simmetricamente una per lato (Tav. II, Fig 17 e 18 e Fig. 22-24), già parecchie sezioni prima di incontrare le dette camere si scorgono, tanto a destra quanto a sinistra, in vicinanza o all'intorno dell'estremo più craniale, assottigliato, della vena cardinale anteriore primitiva, le parti dell'interrenale anteriore (cefalico) che giungono più cranialmente (2); si mostrano sotto forma di uno o due gruppetti di cellule epiteliali piuttosto grandi, con citoplasma leggermente granuloso (facilmente tingibile in roseo dall'eosina nei preparati a doppia colorazione), e col nucleo pure relativamente grande, d'aspetto vescicolare. Andando in dietro, la vena cardinale anteriore primitiva, sì dell'uno che dell'altro lato, poco prima di raggiungere il margine craniale della rispettiva camera del prorene, aumenta di calibro e comincia ad inviare rami per costituire una rete attorno alla camera medesima; i lobuletti o cordoni dell'interrenale, accompagnando la vena e i suoi rami, crescono di numero e subito al davanti della faccia craniale della camera (Fig. 17 e 22) sono molto abbondanti e disposti in maniera da formare una rete, rimanendo separati dal lume vasale mediante il solo endotelio.

Questa disposizione reticolata assunta dall'insieme dei lobuli dell'interrenale è riprodotta con maggiore evidenza nella Fig. 22 (Tav. II), fedelmente ricavata da una delle sezioni trasverse seriali d'una Cieca già coperta di pigmento. A livello delle camere del prorene (Fig. 18 e 23) la maggior parte delle cellule dell'interrenale, che mantengono sempre i loro intimi rapporti con le vene, passano insieme a queste sul lato esterno, talvolta anche sul margine ventrale, di ciascuna camera, altre invece se ne distribuiscono sul lato interno (Fig. 23, *ia*), ed anzi qui, tra l'una camera e l'altra, può inoltre trovarsi un córdone trasversale di cellule che congiunga l'interrenale di destra con quello di sinistra (3). Anche sul margine caudale di ognuna delle camere del prorene i lobuletti sono relativamente abbondanti, per modo che potrebbe quasi dirsi che, come ciascuna camera è cir-

---

(1) Vedi nota 1 pagina antecedente.

(2) In qualche esemplare a destra l'interrenale si spinge più cranialmente che a sinistra.

(3) Da queste cellule potrebbero derivare quei corpicciuoli isolati, âberranti, che negli adulti talvolta s'incontrano (v p. 417), posti medialmente, presso la faccia dorsale dell'esofago, tra i due interrenali cefalici.

condata da una rete venosa, così viene pure attorniata da lobuletti dell'interrenale. Sorpassate caudalmente le camere del prorene, le vene cardinali anteriori primitive e le cellule dell'interrenale (1), che sempre raccolte in lobuletti l'accompagnano circondandone il lume, si situano d'ordinario sul lato ventrale dell'uretere primario del rispettivo lato (Fig. 21 e 24). A destra la vena è di solito più grande e forma all'intorno dell'uretere una rete più ricca che a sinistra.

In Anguilline già coperte di pigmento i lobuletti dell'interrenale, maggiormente accresciutosi e già delimitato da un involucro connettivale, possono circondare persino completamente l'uretere, il quale rimane perciò compreso nel mezzo dell'interrenale (Tav. II, Fig. 24, *ud*, *iad*).

Le cellule e i lobuli dell'interrenale cominciano a diminuire di numero, quando si proceda verso lo sbocco delle vene cardinali anteriori primitive nelle vene laterali della testa. Le cardinali anteriori (Fig. 17 24, *vcad*, *vcas*) corrono più dorsalmente al pericardio che non le vene laterali della testa (*vl*), presso a poco in un piano orizzontale (frontale) che passi tra l'aorta e l'esofago, più o meno all'esterno rispetto a questi organi, e, portandosi in dietro, ad un certo momento si dirigono ventralmente per raggiungere la rispettiva vena laterale ed in essa aprirsi. Ora le cellule dell'interrenale, sebbene già diminuite di numero, a destra si continuano fin presso lo sbocco della vena giugulare primitiva nella vena laterale della testa, a sinistra esse si seguono fin proprio a questa unione. A destra, procedendo più in dietro nell'esame delle sezioni, si osserva un'interruzione dell'interrenale, il quale non ricomincia che a livello circa del margine craniale del fegato, quando cioè si giunge sulla vena cardinale posteriore destra. A sinistra invece non accade interruzione, poichè le cellule dell'interrenale si continuano seguendo un ramo venoso che, costeggiando sempre l'uretere, congiunge la cardinale anteriore con la cardinale posteriore dello stesso lato. In qualche esemplare si verifica, per breve tratto, interruzione dell'interrenale anche a sinistra.

Quando invece di due camere interne del prorene esiste solo quella di un lato, che di solito è il destro (Fig. 19 e 20), l'interrenale subisce variazioni unicamente in quella sua parte che ha rapporto colla camera del prorene, venendo a ritrovarsi soltanto da quel lato dove essa sta, mentre caudalmente (Fig. 21) si comporta come nelle condizioni normali, poichè, anche nel caso dell'esistenza d'una sola camera, si hanno ugualmente due ureteri, i quali però si partono ambedue dalla stessa camera (2). Le Fig. 19 e 20 della Tav. II rappresentano due casi in cui esisteva soltanto la camera destra del prorene e mostrano che l'interrenale trovasi solamente da questo lato, ma sempre attorno alla vena cardinale anteriore primitiva. L'interrenale, similmente che nelle condizioni normali, comincia con pochi lobuletti al davanti del margine craniale dell'unico corpuscolo Malpighiano, i

---

(1) Le cellule dell'interrenale anteriore (cefalico) che accompagna le vene cardinali anteriori sono del tutto simili a quelle precedentemente descritte, costituenti la porzione d'interrenale disposta lungo cardinali posteriori; ne differiscono soltanto per essere meno alte (6-8 μ d'altezza).

(2) Le fig. 20 e 21 furono ricavate da sezioni appartenenti alla serie di uno stesso esemplare.

quali lobuletti stanno attorno alla vena cardinale anteriore primitiva di destra; passa poi, insieme alla vena, sul lato esterno del corpuscolo e, caudalmente a questo, segue da una parte l'uretere destro, disponendosi attorno alla vena e ai suoi rami, dall'altra, l'uretere sinistro. A destra l'interrenale, più abbondante che a sinistra, diminuisce successivamente coll'avvicinarsi allo sbocco della cardinale anteriore nella vena laterale del capo, ma tuttavia si lascia ravvisare sino a questo sbocco. A sinistra esso comincia a livello della camera (destra) del prorene, poco prima che nella serie dei tagli s'incontri l'uretere sinistro derivante pure dalla medesima camera (1); poi, accompagnandosi alla vena cardinale anteriore sinistra, cammina al lato ventrale ed esterno dell'uretere e si continua sino allo sbocco della cardinale nella corrispondente vena laterale del capo. Più caudalmente si verifica lo stesso comportamento già sopra descritto per le condizioni normali, ossia, a sinistra, continuazione dell'interrenale lungo il ramo venoso che congiunge la cardinale anteriore con la posteriore, a destra, cessazione di esso dopo lo sbocco della cardinale anteriore nella vena laterale del capo e sua ricomparsa nella cardinale posteriore destra.

Di un certo interesse è anche il caso in cui, pur esistendo le due camere del prorene, sono entrambe situate dal medesimo lato. Nell'esemplare che con questa variazione è stato oggetto del mio esame, si trovano ambedue a destra. Le cellule dell'interrenale, poste sulla faccia craniale delle camere del prorene, si raccolgono in cordoni e lobuletti anastomizzati in parte fra di loro, i quali, per la frapposizione di seni sanguigni, dipendenti dalla vena cardinale anteriore, generano una specie di reticolo. Con altre parole, la vena cardinale forma all'intorno della camera del prorene una rete vascolare, con la quale stanno in rapporto i lobuletti e i cordoni dell'interrenale anteriore (interrenale cefalico), donde il reticolo che i medesimi costituiscono. Nelle sezioni che colpiscono le due camere del prorene, queste si mostrano addossate l'una all'altra e le cellule dell'interrenale sono al loro lato dorsale e al lato esterno del tronco della vena cardinale anteriore, posta pure dorsalmente alle camere. Dalle camere del prorene si partono i due ureteri primari, che corrono per una certa estensione dal medesimo lato, costeggiati o anche in qualche tratto circondati dall'interrenale. L'uretere sinistro, facendosi strada fra l'aorta e l'esofago, si porta poi al rispettivo lato del corpo per assumervi la sua posizione normale. In questo suo tragitto è accompagnato dagli elementi dell'interrenale, i quali, dopo che abbia preso il suo posto regolare, lo seguono in cordoni e lobuletti, tenendosi sempre attorno al lume della vena cardinale anteriore sinistra.

A parte le differenze qui sopra riferite, è assai notevole il fatto che l'interrenale anteriore giunge sino all'estremo craniale del rene cefalico o più precisamente fino al davanti del margine craniale della camera interna (grande corpuscolo Malpighiano) del pronefro, poichè tale disposizione si può ravvicinare a quanto si verifica negli Anfibii

(1) Con questa diversa estensione in avanti, che in tal caso si verifica, si potrebbe forse spiegare la differenza di lunghezza dei due interrenali cefalici in alcuni esemplari adulti

apodi (1) e negli Urodeli (2), dove l'interrenale si spinge sino all'estremo caudale del prorene, e a quanto si riscontra nei Petromizonti (particolarmente in *Ammocoetes*) nei quali i lobuletti dell'interrenale cominciano parimente a livello della regione del rene cefalico (3). Tra le condizioni realizzate nelle Cieche e quelle esistenti in *Ammocoetes* il raffronto si avvalora vieppiù per la circostanza che in *Ammocoetes*, similmente che nelle Cieche, i proreni e l'interrenale anteriore cefalico sono in rapporto con le vene cardinali anteriori.

Successivamente, col progredire dello sviluppo, nelle Anguillette un poco più grandi, che abbiano cioè raggiunta la lunghezza di 80 a 100 mm., i lobuletti dell'interrenale anteriore, tanto di quella sua porzione che ha rapporto con le cardinali posteriori (Tav. I, Fig. 15) quanto dell'altra che accompagna le vene cardinali anteriori (giugulari) primitive, aumentano di numero e ingrandiscono di volume, diguisachè si vanno sempre più designando la disposizione e la struttura che l'insieme dell'interrenale anteriore offre nell'adulto. I quali caratteri si rendono poi maggiormente evidenti nelle Anguillette della lunghezza di 200 a 250 mm., del cui interrenale anteriore e del cui sistema cromaffine dirò tra breve. Qui è da aggiungersi che frattanto l'interrenale anteriore cefalico, avente rapporto col pronefro, si circonda sempre più distintamente di una capsula connettivale e si va sempre più individualizzando. A poco a poco comparisce il tessuto linfoide che, dapprima assai scarso, si dispone all'intorno dei corpi interrenali cefalici. Per quanto concerne quella porzione dell'interrenale anteriore che accompagna il tratto prossimale delle vene cardinali posteriori, il tessuto linfoide comincia a mostrarsi sul lato dorsale e interno dell'uretere per formarvi le note masse (4) e di là si estende, quantunque non mai in grande quantità, attorno alle cardinali e all'interrenale.

---

(1) Semon R. — Studien über den Bauplan des Urogenitalsystems der Wirbeltiere, dargelegt an der Entwicklung dieses Organsystems bei Ichthyophis glutinosus. *Jenaische Zeitschr. für Naturw. Bd XIX. 1891.*

Brauer A. — Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung und Anatomie der Gymnophionen. III. Die Entwicklung der Excretionsorgane. *Zool Jarb. Abt. für Anat. und Ontog. der Thiere. Bd. 16. 1902.*

(2) V. anche in Albrand M., Die Anlage der Zwischenniere bei den Urodelen. *Arch. für mik. Anatomie, Bd. 72. 1908.* Quest' Autore osservò che in *Amblystoma tigrinum* gli abbozzi dell'interrenale si spingono sino all'estremo caudale del pronefro, all'altezza del terzo paio di gangli spinali.

(3) Giacomini E. — Contributo alla conoscenza delle capsule surrenali nei Ciclostomi. Sulle capsule surrenali dei Petromizonti. *Monit. Zool. Ital. Anno XIII. Firenze 1902.* Sopra la fine struttura delle capsule surrenali degli Anfibii e sopra i nidi cellulari del simpatico di questi Vertebrati. Contributo alla morfologia del sitema delle capsule surrenali. *Siena 1902.*

La presenza dell'interrenale nella regione del pronefro in *Ammocoetes*, messa da me in rilievo, venne confermata da H. Poll.

Come ha osservato H. Poll nei suoi interessanti studi embriologici, ontogeneticamente anche in *Scyllium* e in *Emys europaea* gli accenni del sistema interrenale (provenienti dall'epitelio celomatico) si estendono sino all'estremo caudale della regione del pronefro. Ma qui questi abbozzi più craniali sono transitori, poichè ben presto regrediscono e scompaiono e l'interrenale subisce una riduzione (H. Poll, Die Anlage der Zwischenniere bei den Haifischen. *Arch. für mik. Anat. Bd. 62, 1903.* Die Anlage der Zwischenniere bei der europäischen Sumpfschildkröte (Emys europaea), etc. *Internat. Monatschr. f. Anat. u. Phys. Bd. XXI. 1904.* Inoltre l. c.). (Vedasi pure la nota a pag. 435).

(4) Nell'adulto la massa linfoide destra si comporta un poco diversamente dalla sinistra, poichè quella corre lungo il lato esterno della rispettiva vena, questa può includerla in sè.

Sistema cromaffine (sistema feocromo) nelle Cieche.

È molto difficile stabilire l'esistenza del sistema cromaffine (sistema feocromo) nelle Cieche.

Per qualche tempo, durante le mie prime ricerche in queste Anguilline, non mi fu possibile mettere in evidenza elementi di tale sistema e credetti che dovessero comparire molto più tardi, come sembravano dimostrare le osservazioni su Anguillette dai 100 ai 250 mm. di lunghezza. Infatti le osservazioni sopra una serie di questi stadii successivi, mentre provavano che i gruppi ben manifesti di cellule epiteliali situati attorno al lume vasale tanto delle vene cardinali posteriori quanto delle anteriori, e dei quali si è trattato precedentemente, dànno luogo ai lobuletti dell'interrenale che coi detti vasi hanno rapporto, dall'altro canto lasciavano presupporre che gli elementi del sistema cromaffine apparissero a poco a poco durante cotesti stadii più inoltrati. Ma con ulteriori ricerche e con più minuta analisi dei preparati riuscii ad accertare l'esistenza del sistema cromaffine anche nelle Cieche trasparenti, non ancora vestite di pigmento, ossia nelle Anguilline pescate al momento in cui risalgono dal mare ai fiumi. Nelle quali Cieche tale sistema è già abbozzato e costituito in parte da cellule già capaci di dare la reazione feocromica. Lungo la porzione craniale delle vene cardinali posteriori, particolarmente della cardinale posteriore destra, e lungo le vene cardinali anteriori primitive, esso è rappresentato da cellule isolate, da piccoli nidi di cellule e nidi di nuclei situati presso il lume vasale, interposti talora fra i lobuletti dell' interrenale o sostanza corticale. Con maggiore evidenza gli elementi cromaffini (feocromici) si scoprono nella parete dorsale, dove possono mostrarsi anche sotto forma di corte catene di cellule, e nelle due pareti laterali (interna ed esterna) della vena cardinale posteriore destra. Le cellule in questione hanno scarso citoplasma, nucleo alquanto più piccolo delle cellule interrenali e, anzichè sferico d'aspetto vescicolare come in queste, per lo più ovale od ellissoidale, privo di nucleolo e con cromatina a finissimi granuli. Nelle Cieche precedentemente fissate colla miscela di liquidi di Müller e formolo il loro citoplasma assume non di rado una tinta giallologna o giallo-bruna (feocromica): se per fissativo si usò il liq. di Tellyesniczsky tende a colorirsi piuttosto intensamente con l'emallume. Per i caratteri ora ricordati del loro citoplasma e del loro nucleo gli elementi, dei quali parliamo, non possono scambiarsi con cellule linfoidi. Quando il citoplasma è maggiormente scarso, i nuclei stanno più avvicinati tra loro, donde l'apparenza di nidi di nuclei. Si riesce abbastanza agevolmente a scorgere le cellule cromaffini nella parete dorsale della vena cardinale posteriore destra (Tav. I, Fig. 15, *sc*) delle Cieche alquanto più avanzate nello sviluppo, che siano cioè già coperte di pigmento: specialmente dopo fissazione in liquido di Flemming appariscono come cumuli di piccole cellule più chiare ovvero come nidi di nuclei. Similmente nell'interrenale cefalico avente rapporto col prorene si manifestano cellule cromaffini poste all'intorno dell'organo dal suo lato dorsale e dentro l'organo medesimo, addossate qua e là ai lobuli e rivolte sempre verso il lume vasale.

Tuttavia nelle Cieche il sistema cromaffine, che, per quanto dimostrabile, può dirsi appena differenziato, è ancora assai scarso in confronto alla quantità di elementi che questo sistema compongono nelle Anguille adulte.

In taluno degli esemplari da me esaminati si riesce a distinguere elementi feocromici, sotto forma di piccoli gruppetti, nel seno venoso del cuore e più precisamente vicino all' unione del seno con i dotti di Cuvier.

Se però fui in grado di constatare l'esistenza del sistema cromaffine nelle Cieche, non ebbi d'altra parte modo di stabilirne nelle medesime i rapporti col simpatico, sebbene questo sia in esse già completamente formato e nettamente visibile. A destra dal lato dorsale dell' interrenale e della camera interna del prorene trovasi costantemente un ganglio simpatico (Fig. 18-24, *s*) di notevole grandezza con molte cellule gangliari, ma nel suo interno non mi fu dato di riscontrarvi elementi cromaffini e non ne rintracciai nemmeno in altri gangli simpatici posti più caudalmente. Ricercando i rapporti del simpatico col sistema cromaffine, vidi a destra un ramo nervoso proveniente dal simpatico accompagnare la vena cardinale anteriore primitiva e l'interrenale del medesimo lato, ma lungo il suo percorso non rinvenni cellule cromaffini.

Non sarà privo d'interesse l'ulteriore studio dei rapporti tra i due sistemi, cromaffine e simpatico, se tengasi conto del fatto assai notevole che il simpatico nei Leptocefali, dove pure è già chiaramente riconoscibile, è situato, rispetto al prorene, alle vene cardinali anteriori primitive e alla vena mediana, ben più dorsalmente che non nelle Cieche, essendo interposti tra esso e gli altri organi ora menzionati la lunga porzione inferiore degli archi emali (ventrali) dello scheletro assile larvale (1).

Ma se potei mettere fuori di dubbio che il sistema cromaffine esiste già nelle Cieche, non riuscii per contro ad assicurarmi che il medesimo si fosse pure differenziato nei Leptocefali, nei quali non ne scorsi alcuna traccia; sono pertanto indotto a supporre che esso nelle Anguille comparisca tardivamente e che qui, ammessa la sua origine dal simpatico, la trasformazione dei feocromoblasti (staccatisi da simpatogoni od elementi primordiali del simpatico) in cellule feocromiche (cellule cromaffini) possa effettuarsi assai più tardi che in altri Vertebrati.

Sistema interrenale e sistema cromaffine in Anguillette di 200 a 250 mm. di lunghezza.

In Anguillette della lunghezza totale di 200 a 250 mm. il sistema interrenale anteriore viene già assumendo la disposizione ed i caratteri strutturali che possiede nell' adulto.

I lobuli si sono molto accresciuti di numero e di grandezza, quantunque rimangano

(1) Il simpatico nei Leptocefali è situato subito sotto l'aorta che a sua volta trovasi immediatamente sotto la corda dorsale.

ancora quasi tutti contenuti nello spessore della parete delle vene cardinali; pochi di essi sporgono verso il lume o al contrario verso la superficie esterna di questi vasi. Tra i lobuli si veggono stretti seni sanguigni che comunicano col lume della vena.

Relativamente alla porzione d'interrenale anteriore che ha rapporto col tratto prossimale delle vene cardinali posteriori, è da notarsi che, come già si vide accadere per l'adulto e per le Cieche, nella vena cardinale posteriore destra si estende più indietro che nella sinistra. Nella destra, assai ampia, a venire dalla coda, i lobuletti, aventi varia forma, allungati o rotondeggianti, sono dapprima disposti sulla sua parete ventrale e sulle sue pareti mediale e laterale (Tavola I, Fig. 7), ma poi più cranialmente si trovano anche sulla parete dorsale: sul lato dorsale interno del vaso si rinvengono talvolta lobuletti staccati dalla sua parete: altri lobuletti più grandi (*ia*), al lato esterno della vena, dove trovasi la massa linfoide (*tl*), si spingono verso di questa. A sinistra, dove la cardinale posteriore è molto più piccola (Tav. I, Fig. 8), l'interrenale, procedendo in senso caudo-craniale, con un minor numero di lobuletti si distribuisce dapprima sulle sue pareti ventrale e mediale, poi si estende sulla dorsale e in certi tratti circonda tutta o quasi tutta la vena, invadendone pure la parete laterale presso la massa linfoide.

Anche nelle Anguillette dai 200 ai 250 mm. di lunghezza l'interrenale s'interrompe di solito a destra in quel tratto che precede lo sbocco della vena cardinale posteriore di questo lato nel seno venoso, mentre a sinistra, sebbene un poco diminuito, si continua insieme al tessuto cromaffine lungo il ramo anastomotico per passare nella cardinale anteriore. Talvolta può esservi un ramo anastomotico pure a destra e allora l'interrenale riprende lungo questo ramo che congiunge la cardinale posteriore con l'anteriore.

Per quanto riguarda l'altra porzione d'interrenale anteriore (cefalico), la quale accompagna le due vene cardinali anteriori primitive, si nota che nelle Anguillette giovani è contenuta nella parete d'ognuno di questi vasi i quali se ne mostrano, nelle diverse sezioni trasversali, più o meno completamente circondati; i lobuli e i cordoni epiteliali, che la costituiscono, si dispongono in maniera da formare un elegante reticolo il quale attornia ciascuna vena a guisa di manicotto. Fra i lobuli che rappresentano le trabecole del reticolo sono interposti seni sanguigni, i quali comunicano col lume della vena. Il tessuto linfoide è aumentato, sono frattanto regrediti e scomparsi così le camere interne (i grandi corpuscoli Malpighiani) del prorene come gli ureteri, nella loro parte cefalica, dei quali di solito non si riscontra più nessuna traccia (1).

Il sistema cromaffine nelle vene cardinali posteriori si estende più caudalmente che l'interrenale e quindi s'incontra assai prima dei lobuli di questo, procedendo coll'esame delle sezioni in senso caudo-craniale. Nei tratti delle vene i quali precedono quelli dove si trova l'interrenale, esso è rappresentato sia da cellule isolate sia da cellule riunite in piccoli nidi ovvero in brevi serie, poste subito sotto l'endotelio. In quei tratti ove risiedono i lobuli dell'interrenale, gli elementi del sistema cromaffine trovansi specialmente

---

(1) Ricordai a pag. 417 che talvolta si possono ritrovare rudimenti dei corpuscoli Malpighiani negli adulti.

situati nella parete dorsale della vena (Tav. I, Fig. 7 e 8, *sc*), massime della cardinale destra, ma sono diffusi anche nella parete ventrale e nelle pareti laterali occupando gli spazî non tenuti dai lobuli dell' interrenale, e altri poi se ne veggono talora interposti tra i lobuli medesimi, come pure tra questi e l'endotelio vasale. Seguono inoltre, per una certa estensione, le vene reveenti che corrono nella massa linfoide del rene.

Nelle vene cardinali anteriori primitive gli elementi del sistema cromaffine, assai evidenti sì per la loro grandezza che per i caratteri del loro nucleo, stanno situati d' ordinario verso il lume del vaso che ne rimane tappezzato e rispetto al quale l'interrenale ha invece una posizione più periferica. Una parte di essi viene, insieme ai seni sanguigni dipendenti dalla vena stessa, ad interporsi fra i lobuletti della sostanza corticale.

Per tal modo si accentua maggiormente l' aspetto definitivo dei due sistemi.

Sistema interrenale nei Leptocefali.

Nei Leptocefali o larve delle Anguille (*Leptocephalus brevirostris*) si riconosce soltanto il sistema interrenale, il quale similmente che nelle Cieche è rappresentato dalle due porzioni, interrenale posteriore e interrenale anteriore, che diverranno le due parti che costituiscono l' interrenale nell' adulto.

Interrenale posteriore o caudale.

L' interrenale posteriore o caudale nei Leptocefali consta dei due corpuscoli di Stannius posteriori (Tav. II, Fig. 25 e 26, *ipd, ips*) che hanno già compiuto la loro organogenesi, sono discretamente grandi e, a quanto indicherebbero i caratteri citologici dei loro elementi, già atti a funzionare. Essi stanno allogati sulla faccia ventrale del tratto iniziale del mesonefro, quasi allo stesso livello (nell' esemplare da cui furono ricavate le figure erano posti l' uno un po' più cranialmente dell' altro), uno per lato della radice del mesenterio. In confronto alla situazione che hanno nelle Cieche e nelle Anguille adulte, i corpuscoli di Stannius nei Leptocefali appariscono collocati meno caudalmente (rispetto all'apertura anale). Ciascuno è avvolto da un'esile capsula propria e sporge dorsalmente verso il lume della vena mediana (Stammvene). Hanno un diametro massimo di circa 100 μ (1) e sono costituiti da pochi lobuletti (tre o quattro) sotto forma di otricoli tubolari. Le cellule che li compongono, impiantate perpendicolamente sulla membrana propria, sono cilindrico-prismatiche o cilindro-coniche, alte (circa 20-25 μ) e strette, col nucleo ellissoidale posto alla loro base. Il citoplasma di queste cellule, verso il loro estremo distale che guarda il centro od asse degli otricoli, è così chiaro e finamente granuloso da dare quasi l' impressione dell' esistenza di una cavità nel centro d' ogni otricolo. Tale struttura dell' interrenale posteriore differisce molto da quella offerta negli stessi Leptocefali dall' interrenale anteriore.

---

(1) Nell' esemplare da cui furono tratte le figure l' uno misurava μ 88 $\times$ 80, l' altro μ 100 $\times$ 64.

Interrenale anteriore o cefalico.

L'interrenale anteriore dei Leptocefali può essere distinto, come quello delle Cieche e delle Anguille adulte, in una porzione che ha rapporto con il tratto craniale della cardinale posteriore e in un' altra che ha rapporto col tratto più prossimale delle cardinali anteriori primitive. Ma a parte le differenze dovute allo sviluppo di gran lunga minore, offre condizioni alquanto diverse a causa della differente disposizione del sistema venoso nelle larve: tuttavia esso giunge ugualmente al davanti del margine craniale della camera interna del prorene. Come già dissi, nei Leptocefali la cardinale posteriore è rappresentata da una sola vena, la vena mediana (Stammvene) o vena cardinale posteriore comune (vena cardinale mediana), la quale, in avanti, si apre, colla vena epatica, nel seno venoso del cuore. Dal seno venoso, a livello dell' imbocco della vena mediana, si portano dorsalmente e cranialmente due vasi che sono le due vene cardinali anteriori (giugulari) primitive. Ora, nei Leptocefali la camera interna (grande corpuscolo Malpighiano) del prorene di ciascun lato si trova in rapporto coll' estremo prossimale della corrispondente vena cardinale anteriore, ossia viene ad essere collocata nel punto di passaggio tra cardinale posteriore e cardinale anteriore, in quel tratto che apparisce come la biforcazione della vena mediana. Date queste condizioni e la situazione più craniale del cuore, l'interrenale cefalico nelle larve, sebbene arrivi del pari sino al margine anteriore del grande corpuscolo Malpighiano del prorene, tuttavia cranialmente è più esteso che nelle Cieche, e d' altronde indietro è distribuito su di una sola vena, la cardinale mediana. Riferendo la sua zona di estensione ai gangli spinali, esso giunge in avanti tra il 2° e il 3° paio di gangli e indietro arriva tra l' 11° e il 12° paio, mentre nelle Cieche si spinge in avanti tra il 6° e il 7° e indietro termina tra il 14° e il 15° paio, sicchè tanto nelle larve quanto nelle Cieche occupa circa 9 segmenti, ma in quelle si trova tutto situato di tre segmenti più verso il cranio.

La porzione d'interrenale anteriore che ha rapporto colla vena mediana, comincia, procedendo collo studio della serie delle sezioni in senso caudo-craniale, a livello circa del margine anteriore del fegato (tra l' 11° e il 12° paio di gangli spinali, come sopra si è detto) ed è rappresentata da lobuletti non sotto forma di otricoli, bensì di gruppetti, variamente estesi, di cellule epiteliali cubiche o cilindriche non molto alte, comprese nella parete della vena, dal cui lume rimangono separate mediante il solo endotelio. Essi si riscontrano più specialmente nella parete ventrale della vena mediana e sulle sue pareti laterali, talvolta fin presso gli ureteri primari, i quali sono collocati subito al disopra della vena (Tav. II, Fig. 27). Nei punti in cui si trovano questi gruppi di cellule sembra che ivi il lume della vena sia rivestito come da un epitelio fatto di cellule cilindriche non molto alte ovvero cubiche, regolarmente ordinate. I gruppetti, nella sezione, talora sono rotondeggianti, talora estesi nel senso della larghezza, vale a dire del perimetro della vena; sono meno numerosi e meno grandi che nelle Cieche e più piccole sono anche le cellule che li costituiscono, tuttavia essi spiccano evidentissimi, contrastando con la estrema sottigliezza della parete della vena (Fig. 27). Le cellule, di cui essi risultano, misurano

8 μ circa d'altezza, hanno nucleo sferico o leggermente ovale di 5 μ e citoplasma apparentemente omogeneo.

L'altra parte dell'interrenale anteriore nei Lepiocefali comincia, come si è già ricordato, a livello del rene cefalico. Quando si segua la serie delle sezioni in senso cranio-caudale, le sue cellule compariscono nella parete delle vene cardinali anteriori prima che il taglio colpisca il rene cefalico, e veggonsi poi abbondanti al lato esterno di ciascuna camera del prorene, ripartite in lobuletti che circondano il lume della vena.

Nei Leptocefali, adunque, similmente che nelle Cieche, fatta astrazione dalle differenze sopra notate, questa parte anteriore del sistema interrenale (interrenale anteriore o zona interrenale anteriore) incomincia a livello del rene cefalico e si estende indietro fino in corrispondenza del margine craniale del fegato.

Del sistema cromaffine nei Leptocefali, stando alle mie ricerche, non si scopre ancora alcuna traccia, la qual cosa tornerebbe a confermarmi nella supposizione già sopra espressa (a pag. 431) che il differenziamento di questo sistema nelle Anguille sia più tardivo che in altri Vertebrati.

Conclusioni.

Dovrei ora riassumere in brevi conclusioni i risultati principali delle mie ricerche, ma l'averli già enunciati nelle pagine d'introduzione della memoria, alle quali per tale proposito rimando (pag. 408), mi dispensa da questo compito.

Basterà che io qui richiami nuovamente l'attenzione sui seguenti punti:

Sugli evidentissimi, intimi rapporti topografici che i due sistemi, sistema interrenale (specialmente l'interrenale anteriore) e sistema cromaffine (sistema feocromo), contraggono col sistema delle vene cardinali;

Sull'estendersi dell'interrenale anteriore o cefalico sino al davanti del margine craniale delle camere interne (grandi corpuscoli Malpighiani) del prorene nei Leptocefali e nelle Cieche, la quale disposizione, riferibile forse ad una condizione primitiva, può essere ravvicinata a quanto si verifica negli Anfibii apodi e negli Anfibii urodeli, in cui l'interrenale si spinge sino all'estremo caudale del prorene, e a ciò che si riscontra nei Petromizonti, più particolarmente in *Ammocoetes*, nei quali i lobuletti dell'interrenale cominciano parimenti a livello della regione del rene cefalico (1);

(1) Metto in speciale rilievo questo fatto per segnalare la considerevole estensione in avanti (cranialmente) dell'interrenale, non perchè sia da pensarsi che l'organo abbia qualche rapporto genetico col pronefro. Ricordai (pag. 429) che ontogeneticamente anche in *Scyllium* e *Emys* (H. Poll) gli accenni dell'interrenale si estenderebbero sino alla regione del prorene. La dimostrazione, da me data, dell'esistenza, nelle Anguille, dell'interrenale nella regione del pronefro, aggiunge una nuova prova a sostegno del concetto, già da me espresso in altra occasione, che il sistema interrenale, e di conseguenza il sistema delle capsule surrenali, si estendesse primitivamente lungo tutto il tronco dei Vertebrati.

Sul cospicuo accrescimento che nelle Anguille adulte raggiunge l'interrenale anteriore, formando coi suoi lobuli gran parte di quegli organi che vengono indicati come reni cefalici e che, come in tutti quei Teleostei nei quali il pronefro regredisce e scompare nello adulto (1), si riteneva fossero rappresentati unicamente da tessuto linfoide;

Sull'intrecciarsi, in questa regione, del sistema interrenale e del sistema cromaffine in modo da offrire delle apparenze simili (2) a quelle delle capsule surrenali degli Anfibii urodeli.

Senza dubbio, di non piccolo interesse sarebbe stato l'istituire delle ricerche intorno all'organogenesi così del sistema interrenale come del sistema cromaffine nelle Anguille, ma ciò non mi fu possibile essendomi mancato finora il materiale adatto.

Non sarà poi inutile fare consimili indagini anche in altri Murenoidi e vedere inoltre se la presenza dell'interrenale anteriore cefalico è una proprietà esclusiva di questi od è comune pure ad altri Teleostei. Queste indagini mi riprometto di compiere in successivi lavori.

Una nota preliminare, riassuntiva, della presente Memoria fu pubblicata nel *Rendiconto delle Sessioni della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, Anno accademico 1907-908, pag. 172.*

---

(1) La persistenza del pronefro, oltre che in *Fierasfer* e *Zoarces,* dove fu da prima dimostrata dall'Emery (1880 e 1882), si conosce ora, grazie alle ricerche di F. Guitel (*Arch. de zool. expér. 1906* e *Compte Rendus de l' Acad. des Sciences 1908*) in parecchie altre specie, che complessivamente sono ventisei, ripartite in quindici generi, i quali rappresentano almeno nove famiglie.

(2) In tal senso si potrebbe parlare di capsule surrenali delle Anguille.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Tutte le figure sono state ritratte con l'aiuto della camera lucida Abbé-Zeiss e da preparati eseguiti su materiale di *Anguilla vulgaris* L., allo stato adulto, di giovani Anguillette, di Cieche (Anguilline di montata) e di larva (*Leptocephalus brevirostris*).

Nelle figure le parti molto in nero rappresentano cellule pigmentate.

Nella maggior parte delle figure tratte da Cieche gli spazi ai lati dell'aorta sono gli spazi linfatici. La ragione per cui il lato destro e il lato sinistro, nelle figure ricavate da sezioni di Cieche, non sempre si trova dal medesimo lato della tavola, dipende dall'avere cominciati i tagli dalla testa per alcuni esemplari, dalla coda per altri.

Generalmente, per ragioni di semplicità e di chiarezza, si omise di rappresentare nelle figure il sangue contenuto sia nelle vene sia nei seni venosi e in altri vasi.

Fissazione: miscela di liq. di Müller e formolo o liq. di Tellyesniczky, che per le Cieche intiere corrispose meglio di altri fissativi. Colorazione: emallume ed eosina. Per le fig. 1, 15 e 22-24 fissazione in liq. di Flemming e colorazione con saffranina.

INDICAZIONI COMUNI A TUTTE LE FIGURE

a aorta
ae arco emale dello scheletro assile larvale
c cuore
c' celoma
cd corda dorsale
cn involucro (capsula) connettivale
cpd camera interna (grande corpuscolo Malpighiano) del prorene (pronefro) destro
cps camera interna (grande corpuscolo Malpighiano) del prorene (pronefro) sinistro
d faccia dorsale
e esofago
e' endotelio
er eritrociti
f fegato
g abbozzo della gonade
i intestino
ia lobuli dell'interrenale anteriore
iad interrenale anteriore destro
ias interrenale anteriore sinistro
ipd interrenale posteriore destro
ips interrenale posteriore sinistro
l lato esterno
m mesenterio
m' lato mediale
p pericardio
r rene (mesonefro)
riv ramo intestinale del nervo vago
rns ramo nervoso simpatico
rnsc ramo nervoso simpatico ed elementi del sistema cromaffine
s simpatico
sc elementi del sistema cromaffine (sistema feocromo)
sp sierosa peritoneale (peritoneo)
tl tessuto linfoide (t. pseudolinfoide, Felix)
u uretere primario (condotto del prorene)
ud uretere primario destro
us uretere primario sinistro
v lume della vena
v' faccia ventrale
vc vena cardinale posteriore decorrente nel rene (mesonefro)
vcad vena cardinale anteriore primitiva destra
vcas vena cardinale anteriore primitiva sinistra
vcpd vena cardinale posteriore destra
vcps vena cardinale posteriore sinistra
ve vena epatica
vl vena laterale della testa
vm vena mediana (Stammvene)
vs vaso sanguifero
vu vescica urinaria

TAVOLA I.

Fig. 1. — Anguilla adulta. Sezione trasversale dell' interrenale posteriore (corpuscoli di Stannius). Dal lato dorsale si vede la parete ventrale della vena cardinale posteriore che decorre nel mezzo del rene. Questa parete durante le manipolazioni si è allontanata, massime a destra della figura, dai corpuscoli ai quali era addossata. Ingrand. diam. 50 circa.

Fig. 2. — Anguilla adulta. Sezione trasversale della porzione prossimale della vena cardinale posteriore destra. Quasi tutta la vena è circondata dagli otricoli o lobuli dell' interrenale anteriore, *ia*. Gli elementi del sistema cromaffine, *sc*, sono più specialmente situati verso il lume vasale, subito al disotto dell' endotelio: alcuni s' intromettono anche fra i lobuli dell' interrenale. Alla periferia in qualche tratto (a destra e a sinistra in alto della figura) si vede del tessuto linfoide (tessuto pseudolinfoide). Ingrand. diam. 110.

Fig. 3 — Anguilla adulta. Sezione trasversale della vena cardinale anteriore destra e dell' interrenale anteriore (cefalico) che con essa ha rapporto. La sezione è condotta attraverso il tratto di mezzo del così detto rene cefalico. L' intiero organo è circondato perifericamente da un involucro o capsula connettivale. I lobuli dell' interrenale anteriore, *ia*, circondano a guisa di manicotto il lume vasale. Gli elementi del sistema cromaffine, *sc*, sono situati verso il lume vasale e s' intromettono poi fra i lobuli giungendo anche a circondarli verso il lato esterno: arrivano pure alla periferia, dove si trova del tessuto pseudolinfoide. Ingrand. diam. 140.

Fig. 4. — Anguilla adulta. Sezione trasversale della vena cardinale anteriore sinistra e dell' interrenale anteriore (cefalico) che con essa ha rapporto. Il taglio cade verso l' estremo posteriore (caudale) dèl così detto rene cefalico. Anche qui, come nella figura precedente, l' intiero organo è circondato da un involucro connettivale. I lobuli dell' interrenale anteriore, *ia*, non circondano, a questo livello, completamente la vena, ma da un lato (lato ventrolaterale) sono molto numerosi. In *er* si vedono degli eritrociti entro un seno sanguigno occupante il centro di un lobulo. Gli elementi del sistema cromaffine, *sc*, sono distribuiti attorno al lume della vena, s' interpongono anche tra i lobuli stessi. In *rns* sono colpiti due rami nervosi del simpatico: attorno ad essi stanno delle cellule cromaffini che in un cordone si seguono fino alla periferia, dove circondano un lobulo dell' interrenale. Perifericamente si veggono cellule linfoidi intromettersi sia tra i lobuli dell' interrenale sia tra gli elementi cromaffini. Ingr. diam. 140.

Fig. 5. — Anguilla adulta. Sezione trasversale di un interrenale anteriore cefalico a livello del suo estremo craniale. L' organo è sempre circondato da un distinto involucro connettivale. A questo livello il lume della vena cardinale anteriore è attraversato dai lobuli dell' interrenale, *ia*, e si ha quindi come una rete venosa. In *v* le parti maggiori, più ampie, del lume della vena: altri spazi sanguigni minori stanno tra i lobuli dell' interrenale. Anche alla periferia si ha una rete venosa nel tessuto pseudolinfoide. Gli elementi del sistema cromaffine, *sc*, sono in rapporto con gli spazi sanguigni più grandi, ma in alcuni punti si trovano alla periferia tra i lobuli (*sc*, in basso della figura). In *rnsc* un ramo nervoso del simpatico che s' interna nell' interrenale tra i lobuli, accompagnato da cellule cromaffini che formano un grosso cordone fin verso il centro dell' organo. Ingrand. diam. 140.

Fig. 6 — Anguilla adulta. Rappresenta una parte d' una sezione dell' interrenale anteriore veduto a più forte ingrandimento. La sezione intiera era di forma ellittica, pressochè simile a quella da cui fu ricavata la Fig. 3. In alto e a sinistra dovrebbe continuare il rimanente della sezione. Ingrand. diam. 300.

Fig. 7. — Anguilletta giovane della lunghezza totale di 200 mm. Sezione trasversale della porzione craniale della vena cardinale posteriore destra e della rispettiva massa linfoide. I lobuli dell' interrenale anteriore, *ia*, tendono ad accrescersi e ad estendersi nella parete della vena, ma non hanno ancora raggiunto le dimensioni che posseggono nell' adulto. Alcuni dei lobuli situati sulla parete laterale (esterna) della vena verso la massa linfoide sono più grandi e sporgono nel lume vasale in modo da essere per intiero bagnati dal sangue. Gli elementi del sistema cromaffine, *sc*, si trovano più specialmente nella parete dorsale della vena, ma se ne veggono pure nella parete mediale come anche nella ventrale e nella esterna. Ingrand. diam. 90.

Fig. 8. — Anguilletta giovane della lunghezza totale di 200 mm. Il medesimo esemplare della figura precedente. Sezione trasversale della porzione craniale (prossimale) della vena cardinale posteriore sinistra e della rispettiva massa linfoide. La sezione cade quasi allo stesso livello della precedente. I lobuli dell' interrenale anteriore, *ia*, si trovano qui sulla parete ventrale della vena. Gli elementi del sistema cromaffine, *sc*, stanno principalmente attorno al lume del vaso circondandolo quasi tutto, tranne dal lato inferiore. Ingrand. diam. 140.

Fig. 9. — Cieca della lunghezza totale di mm. 65. La figura riproduce parte d' una sezione trasversale a livello dell' interrenale posteriore (corpuscoli di Stannius, *ipd*, *ips*), il quale da ciascun lato è costituito da pochi e piccoli otricoli tubolari pieni. Ognuno dei corpuscoli di Stannius sta addossato alla vena cardinale mediana che corre lungo il mezzo del rene (mesonefro). La figura è in parte schematica. Ingrand. diam. 80.

Fig. 10. — Cieca della lunghezza totale di mm. 60. Riproduce parte d' una sezione trasversale a livello dell' estremo craniale (prossimale) della vena cardinale posteriore destra. L' interrenale anteriore, *ia*, occupa in questa sezione il segmento inferiore della vena ed apparisce sotto forma di lobuletti costituiti da una o due serie di cellule, schiettamente epiteliali, poste subito al disotto dell' endotelio. Ingrand. diam. 120.

Fig. 11. — Riproduce a più forte ingrandimento il segmento inferiore della vena cardinale posteriore destra della precedente figura. Ingrand. diam. 416.

Le Fig. 12, 13 e 14 rappresentano rispettivamente una parte di sezioni trasversali succedentisi a diverso livello in senso cranio-caudale e appartenenti alla serie di sezioni d' una medesima Cieca della lunghezza totale di mm. 65. Le sezioni cadono attraverso la porzione craniale (prossimale) della vena cardinale posteriore destra. Tutte e tre sono più caudali rispetto a quella riprodotta colla Fig. 10.

Fig. 12. — Un po' più indietro che nella Fig. 10. Qui l' interrenale anteriore, *ia*, occupa non solo tutto il segmento inferiore della vena, ma anche parte della sua parete mediale. Ingrand. diam. 165.

Fig. 13 — Alquanto più caudale della precedente. Le cellule dell' interrenale, *ia*, si vedono nel segmento inferiore situate immediatamente al disotto dell' endotelio. Ingrand. 165.

Fig. 14. — Ancora un po' più caudalmente. Sulla parete mediale della vena i lobuletti dell' interrenale, *ia*, seguono il primo tratto d' un ramo anastomotico trasverso, che congiunge la cardinale posteriore destra con la sinistra. Ingrand. diam. 165.

Fig. 15. — Ricavata da una delle sezioni trasverse seriali di una Cieca che cominciava a coprirsi di pigmento. Rappresenta parte del taglio trasverso della vena cardinale posteriore destra (tratto craniale). I lobuletti dell' interrenale anteriore, *ia*, si sono accresciuti. Nella parete dorsale della vena si vedono anche dei nidi di elementi cromaffini, *sc*. Fissazione in liq. di Flemming, coloraz. con saffranina. Ingrand. diam. 235.

TAVOLA II.

Fig. 16. — Da una sezione appartenente alla serie dei tagli trasversali del medesimo esemplare da cui furono tratte le Fig. 12-14. La sezione, dalla quale fu ricavata la figura, è alquanto più craniale di quella che servì per la Fig. 12. Vi si vedono le vene cardinali posteriori, destra e sinistra, con lobuletti dell' interrenale anteriore, *iad, ias.* Dall' interrenale di destra si stacca un tratto che, passando dorsalmente all' esofago, si porta verso quello di sinistra. La figura è stata combinata con due sezioni vicine. In parte schem. Ingrand. diam. 98.

Fig. 17. — Da una sezione appartenente alla serie dei tagli trasversali di una Cieca della lunghezza totale di mm. 60. La sezione cade subito al davanti del margine craniale delle camere interne del prorene. L' interrenale anteriore o cefalico apparisce attorno alle vene cardinali anteriori primitive e inoltre al lato esterno e al lato interno delle medesime. È situato tra l' aorta e l' esofago. Sotto l' esofago sono delineati parzialmente i contorni del pericardio e del cuore. Lateralmente all' esofago le vene laterali del capo. La figura è in parte schematica. Ingrand. diam. 94. Nell' esemplare da cui furono ricavate questa figura e la seguente, il fissativo (miscela di liq. di Müller e formolo) aveva causato un leggero raggrinzamento delle parti.

Fig. 18 — Da una sezione appartenente alla medesima serie da cui fu tolta la Fig. precedente. La sezione cade in corrispondenza delle due camere interne (dei due grandi corpuscoli Malpighiani) del prorene. Così a destra come a sinistra osservasi l' interrenale anteriore cefalico, *iad, ias,* situato attorno alla vena cardinale anteriore (giugulare) primitiva del rispettivo lato. In parte schematica. Ingrand. diam. 94.

Fig. 19. — Da una sezione appartenente alla serie dei tagli trasversali di una Cieca nella quale esisteva soltanto la camera interna destra (grande corpuscolo Malpighiano) del prorene. La sezione cade a livello di questa camera. A destra si vede la cardinale anteriore (giugulare) primitiva circondata dall' interrenale, *iad,* e addossata alla parete esterna della camera del prorene. A sinistra osservasi parte della porzione iniziale dell' interrenale anteriore sinistro, *ias.* In parte schematica. Ingrand. diam. 110.

Fig. 20 — Da una sezione appartenente alla serie dei tagli trasversali della stessa Cieca da cui furono tratte le Fig. 13-14 e 16 e nel quale esemplare esisteva soltanto la camera interna destra (grande corpuscolo Malpighiano) del prorene. La sezione cade a livello di questa camera. Addossata al lato esterno della camera del prorene si vede la vena cardinale anteriore destra circondata dagli elementi dell' interrenale anteriore destro, *iad.* In parte schematica. Ingrand. diam. 110.

Fig. 21. — Da una sezione appartenente alla serie dei tagli trasversali della stessa Cieca. La sezione cade un po' più caudalmente della precedente e cioè al di dietro della camera del prorene. Si veggono colpiti i due ureteri primari, *ud, us,* e al lato ventrale di ciascuno di essi la vena cardinale anteriore della rispettiva parte, circondata dagli elementi dell' interrenale anteriore, *iad, ias.* In parte schematica. Ingrand. diam. 110.

Le Fig. 22, 23 e 24 rappresentano rispettivamente una parte di sezioni trasversali succedentisi a diverso livello in senso cranio-caudale e appartenenti alla serie delle sezioni di una medesima Cieca coperta di pigmento (Anguillina raccolta dopo due mesi circa di stabulazione in un acquario grande dell' incubatorio della Società *pro Montibus et Silvis* diretto dal prof. Ghigi).

Fig. 22. — La sezione cade subito al davanti del margine craniale delle camere interne del prorene. Da ogni lato si vede la cardinale anteriore circondata da lobuletti dell' interrenale ante-

ERRATA-CORRIGE

Pag. 407 — linea 16 « (*Anguilla vulgaris* L.) » leggasi « (*Anguilla vulgaris* Flem.) »
» 410 — linea 30 « possegono » leggasi « posseggono ».
» 422 — nota (2) linea 2 « cromaffin » leggasi « cromaffini ».
» 437 — linea 2 « *Anguilla vulgaris* L. » leggasi « *Anguilla vulgaris* Flem. ».

riore cefalico, *iad*, *ias*. Qualche lobuletto sporge nell' interno della vena o anche l'attraversa. D' altro canto la vena forma nell' interno dell' interrenale una rete venosa. In parte schematica. Ingrand. diam. 110.

Fig. 23. — La sezione cade a livello delle camere interne (grandi corpuscoli Malpighiani) del prorene. Al lato esterno di ogni camera si vede la rispettiva vena cardinale anteriore circondata da lobuletti dell' interrenale anteriore, *iad*, *ias*, il quale è situato anche sul lato interno delle camere, *ia*. In parte schematica. Ingrand diam. 110.

Fig. 24. — La sezione cade al didietro delle camere del prorene quando appariscono gli ureteri destro e sinistro. La vena forma una rete attorno all'uretere e i lobuli seguono da un lato e dall'altro la rete. A destra l'uretere trovasi compreso nel mezzo dell' interrenale. In parte schematica. Ingrand. diam. 110.

Le Fig. 25, 26 e 27 sono ricavate da sezioni appartenenti alla serie dei tagli trasversali di un medesimo Leptocefalo (*Leptocephalus brevirostris*) o larva di Anguilla, della lunghezza di 70 mm. Dei due corpuscoli di Stannius (interrenale posteriore) l'uno era posto un po' più cranialmente dell' altro.

Fig. 25. — La sezione cade a livello del rene (mesonefro) e dell' interrenale posteriore. Vi si vede l' interrenale posteriore destro, *ipd*, che sporge nella vena mediana: esso consta di pochi otricoli tubolari pieni, costituiti da alte cellule cilindro-coniche. Ingrand. diam. 100.

Fig. 26. — Idem. Vi si vede l' interrenale posteriore sinistro, *ips*, che pure sporge nella vena mediana. Ingrand. diam 100.

Fig. 27. — Riproduce una sezione trasversàle della porzione craniale della vena mediana. In questa sezione la parete della vena contiene nel suo spessore tre lobuli dell' interrenale anteriore, *ia*, ciascuno dei quali è costituito da un gruppetto di cellule epiteliali cubiche o cilindriche non molto alte. Ingrand. diam. 360.

Fig. 7
d
sc
l
ia
vcpd
m'
tl
v''
Fig. 8
vcps
v'
Fig. 11
e'
Fig. 10
ed
a
s
us
ud
e
riv
sp
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 6
v
Fig. 12

Fig. 20
ed
a
cpd
s
iad
riv
e
riv
vl
vl
c
p
Fig. 27
u
u
vm
ia
Fig. 16
ed
a
ud
vcps
us
ias
vcpd
iad
c
riv
sp
sp
riv
f
ve
f
Fig. 25
ae
r
u
u
u
vm
ipd
m
i
Fig. 24
ed
us
s
a
ud
ias
iad
vcas
vcad
e
riv
vl
riv
vl
c
p
Fig. 26
ae
r
u
u
vm
ips
m
i

INDICE

Finito di stampare
Dicembre 1908

INDICE